GRAĐEVINAR

2

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.

GODINA XI

VELJAČA 1959



HOTEL »PLITVICE« — PLITVIČKA JEZERA

9501

»GRAĐEVINAR«

GOD. XI. BROJ 2

SADRŽAJ

E. S.: Obrana od poplave i odvodnja Lonjskog polja 33

Ing. K. Tonković:
Ispitivanje kupole Brodarskog instituta u Zagrebu (II) 37

Ing. L. Zlatić:
Stambena izgradnja u Beču 44

Dr. Ing. E. Nonveiller:
Akumulacione brane na Nilu 51

— Tehnika vibracije u čehoslovačkom građevinarstvu 57

Iz inozemnih časopisa 59

Iz Društva GIT Hrvatske 64

SARADNICI!
OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unašanje potrebnih korektura na jasan i pregledan način; CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju bit tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora; fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje; popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta; jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu. Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Dr. ing. Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: ing. Lida Zlatić.

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 400-703-5-1151

Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB, BERISLAVIĆEVA 6 — TEL. 38-114

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Časopis izlazi svakog mjeseca, i to najmanje na 32 stranice. Pretplata iznosi godišnje:

za poduzeća i ustanove	Din 1.600.—
za ostale pretplatnike	„ 900.—
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta . .	„ 400.—
pojedini broj	„ 80.—
za inostranstvo	„ 4.000.—

Pretplate za pola godine su srazmjerno za 10% skuplje.

Pretplata se plaća unaprijed na tek. račun 400-703-5-1151 ili u administraciji časopisa dnevno od 10 do 12 sati.

»GRAĐEVINAR« časopis Društva građevinskih inženjera i tehničara N. R. H. ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa:

1. **Oglašivanje privredne djelatnosti**

naslovna strana	Din 30.000.—
omotne strane	„ 25.000.—
ostale strane 1/1	„ 20.000.—
ostale strane 1/2	„ 12.000.—
ostale strane 1/4	„ 8.000.—

2. **Ponuda i potražnja**
materijal, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije

strana 1/1	Din 25.000.—
strana 1/2	„ 15.000.—
strana 1/4	„ 10.000.—

3. **Ponuda i potražnja namještenja**

strana 1/1	Din 30.000.—
strana 1/2	„ 18.000.—
strana 1/4	„ 12.000.—
strana 1/8	„ 7.000.—

Oglasi se primaju do najmanje 10 dana **PRIJE IZLASKA LISTA.**
Kod narudžbe za oglas u više uzastopnih brojeva 10% popusta.
Ako se oglas naruči izravno u našoj administraciji dajemo 10% popusta.
Svaki oglas u našem listu čitaju svi građevinari u zemlji!

OGLAŠUJTE U »GRAĐEVINARU«!

GRAĐEVINAR

GOD. XI. VELJAČA 1959 BROJ 2

OBRANA OD POPLAVE I ODVODNJA LONJSKOG POLJA

Odlukom Izvršnog vijeća NRH osnovano je početkom 1958. godine poduzeće u izgradnji »Lonjsko polje«. Prva inicijativa novoosnovanog poduzeća bila je usmjerena na izradu studija i projektnih osnova za obranu od poplave i odvodnju cijelog Gornjeg Posavlja od Zagreba do Stare Gradiške. U rekordno kratkom vremenu od veljače do listopada 1958. god., t. j. u roku od 8 mjeseci, obrađene su studije i dana je cijela osnova u 58 knjiga. Taj opsežan rad izvršen je preko poduzeća »Projekt«, »Hidroprojekt«, Inženjerskog projektnog zavoda i poduzeća u izgradnji »Lonjsko polje«. Organizacioni i konzultativni suradnici projektanata bili su: Uprava za vodoprivredu NRH i poduzeće u izgradnji »Lonjsko polje«.

Komisija stručnjaka Saveznog izvršnog vijeća povoljno je ocijenila taj projekt. Zajedno s rješenjima za melioraciju cijele Posavine u Hrvatskoj, Bosni i Srbiji, taj bi projekt trebao poslužiti kao sastavni dio Saveznog Zakona o regulaciji Save i melioraciji u njezinu slivu od Beograda do Zagreba.

Za informaciju naše stručne javnosti o toj projektnoj osnovi ovdje će se dati kratak prikaz obrane od poplave i odvodnje Gornjeg Posavlja, prema osnovnoj koncepciji glavnog projektanta dr. ing. Elimira Svetličića.

Opis područja, uzroci poplava i osnovni zadatak

O Lonjskom polju mnogo je pisano, mnogo diskutirano, a postoji i obiman historijski materijal u vidu raznih projekata i prijedloga za rješenje problema obrane od poplave i odvodnje tog područja. Hidrotehnički problem ne može se međutim ograničiti samo na Lonjsko polje, jer se na glavni uzročnik poplava u Lonjskom polju, rijeku Savu, u njenom toku oslanjaju i druga područja lijeve i desne obale. Problem obrane od poplave Gornjeg Posavlja, a napose Lonjskog polja decenijima se nametao narodu, vlastima i stručnjacima. Prijedlozi za odvodnju Lonjskog polja, promatrani sa stanovišta kako se problem postavljao, i s obzirom na stanje, u kojem se nalazilo područje ostalog dijela Posavlja, predstavljali su svaki za se odvojeno, tada moguće rješenje.

Kada je riječ o odvodnji Lonjskog polja, ne možemo se ograničiti samo na geografski pojam tog polja i ne možemo ga promatrati kao odvojeni melioracioni objekt, jer Lonjsko polje zauzima samo jedan dio područja Gornjeg Posavlja. Prema tome, problem odvodnje Lonjskog polja, je problem odvodnje cijele Posavine od Stare Gradiške do Zagreba. Jasno je, da se s tim problemom hidrološki nužno povezuje i problem reguliranja maksimalnih provodnih količina glavnih tokova Save, Kupe, Une i glavnih njihovih pritoka na tom području. Područja direktno vezana za taj problem nalaze se na lijevoj i desnoj obali Save, Kupe i Une. Ta područja su:

a) Mokro polje i Lonjsko polje na lijevo-obalnom potezu Save od ušća potoka Trnave kod Stare Gradiške do neposredne blizine Zagreba iznad Rugvice, odnosno do potoka Trnave kod Zagreba.
b) Bosansko-Dubička ravan, t. j. područje na desnoj obali Save i Une između Stare Gradiške, Jasenovca i Bosanske Dubice.
c) Dubičko polje, Ribarsko polje, Đipansko polje i Kinjačko polje na desnoj obali Save od ušća Une kod Jasenovca do ušća Kupe kod Siska.
d) Odransko polje na desnoj obali Save od ušća Kupe u Savu do Zagreba.

Ukupna površina tih područja iznosi 298 000 ha. Poplavu u tim područjima ne prouzročuju samo prekomjerne vodne količine Save, Kupe, Une i sliva Lonjskog polja, već i usporno djelovanje tijesnog korita Save kod Stare Gradiške. Regulacionim mjerama u samom koritu Save, Kupe i Une može se postići samo nešto povoljnije otjecanje velikih voda nego ono, koje danas postoji. S obzirom na tu okolnost sve mjere, koje bi se poduzimale u svrhu obrane od poplave promatranih područja, treba usredotočiti na to, da se uz evakuaciju poplavnih voda omogući zadržavanje dosadanjeg nivoa maksimalno velikih voda Save u Zagrebu, Sisku i Staroj Gradiški. Prema tome, viškove protoka maksimalno velikih voda nakon eliminiranja dosadašnjih poplavnih područja treba odvojiti od onih vodnih količina, koje u granično dopuštenoj mjeri može primiti korito Save. U tom smislu sploštavanje vodnih valova velike vode Save, Kupe i Une, koje bi se postiglo prelivanjem viškova protoka u oteretne basene za privremeno zadržavanje vodnih masa, nužna je mjera,

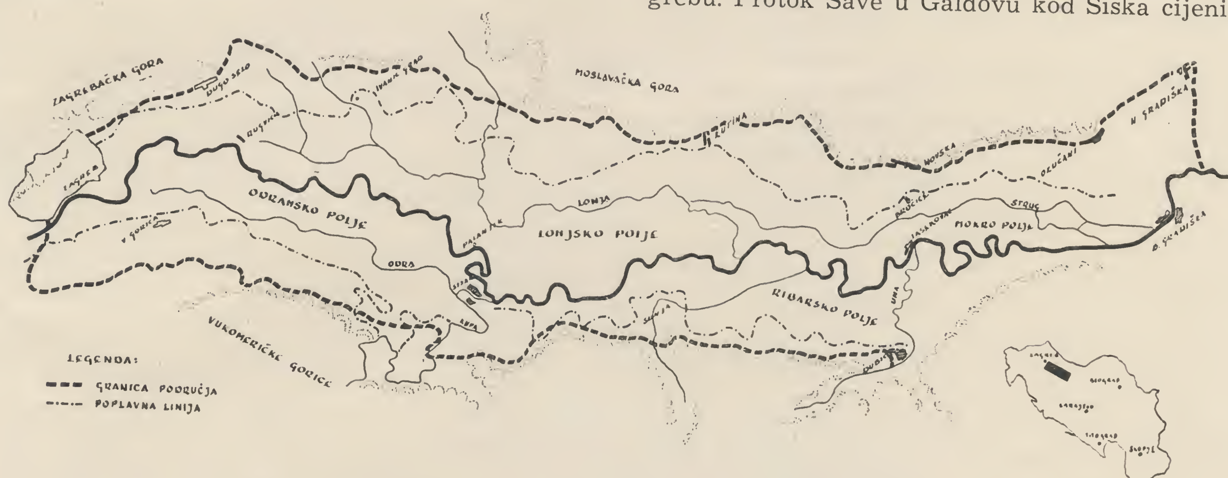
da se postigne dopuštena i moguća granična provodna moć korita Save na potezu od Zagreba do Stare Gradiške. Prekomjerne vodne količine Une i Save na potezu od Jasenovca do Stare Gradiške nekontrolirano se slivaju u područje Mokrog polja. To nastaje uslijed ograničenog kapaciteta korita Save na tom potezu. Pored punjenja Mokrog polja prelijevanjem obala pri najvećim vodama Save i Une, polje se puni i kod onih voda, koje bi korito Save moglo primiti. To punjenje nastaje ulivanjem kroz ušće Velikog i Malog Struga. Na jednak način dolazi do nepotrebnog punjenja Ribarskog, Lonjskog i Odranskog polja zbog ulaženja vode kroz ušće potoka Sunje, Lonje, Trebeža i Odre. Nepotrebna punjenja označenih područja daju glavni oslonac pri rješavanju hidrološke problematike, jer se poplavljivanja imaju ograničiti samo na one količine, koje provodna korita ne mogu primati.

Savi, koje će nastupiti prije no dosada. To proizlazi iz činjenice, da se danas gotovo cijelo Gornje Posavlje mora smatrati ekspanzionim basenom velikih voda Save i njezinih pritoka. Posvemašnjoj poplavi su izložena ova područja Gornjeg Posavlja:

1. Lonjsko i Mokropolje . . . . 920 km^2
2. Odransko polje . . . . 310 km^2
3. Kinjačko i Ribarsko polje . . . . . . 94 km^2
4. Bosansko - Dubička ravan . . . . . 60 km^2

Ukupno: 1 384 — 1 400 km^2 ili **140 000 ha.**

Poznato je, da se savski maksimalni protoci ne mogu voditi isključivo koritom Save na cijelom potezu od Zagreba do Stare Gradiške. Korito Save u području Zagreba može provesti maksimalni protok od nešto preko 3 000 m^3/sec., koji odgovara dosada najvišem registriranom vodostaju u Zagrebu. Protok Save u Galdovu kod Siska cijeni se



Sl. 1: Područje Gornjeg Posavlja prije melioriranja

Osnovni je zadatak pri rješavanju problema odvodnje Lonjskog polja: da se uklone poplave u tolikoj mjeri, da se ne pogoršava stanje u uzvodnim i nizvodnim potezima vodotoka, koji proizvode poplavu. Utjecaji, koji uvjetuju poplavu u Lonjskom polju, toliko su raznoliki po količini i vremenu, kad se pojavljuju, da se mora upotrebiti takav način računanja, kojim bi se mogli obuhvatiti svi utjecaji, odlučni za stvaranje budućeg vodnog vala velike vode.

Reguliranje protjecaja vodenih količina

Podvirne vode, prelivi i prodori savskih nasipa te razni dotoci iz sliva, sve su to utjecaji, koje treba ustanoviti. Od prvorazredne je važnosti da se utvrdi, koliko vode dotječe u jedinici vremena u Lonjsko polje, u sadašnjoj situaciji, kod pojedinih vodenih valova. Utvrđivanje dosadanjih i konstrukcija budućih valova velike vode u Savi od osnovnog je značenja za hidrauličko rješenje obrane od poplave i odvodnje cijelog područja Gornjeg Posavlja u širem smislu. Jasno je, da će u budućnosti predviđeno uklanjanje poplava prouzročiti nove, pretežno dugotrajne velike vode u

maksimalno sa 1 800 m^3/sec. Prema tome razlika od cca 1 200 m^3/sec. za cio potez toka Save od Zagreba do Galdova daje smanjenje protoka. U sadanjoj situaciji protok se smanjuje procjeđivanjem iz korita Save u podzemne slojeve, koje se zbiva na dionici između Zagreba i Rugvice, te prelivanjem lijevih i desnih nasipa na cijelom potezu Save do Galdova i nizvodno sve do Stare Gradiške.

Okolnosti, koje su uvjetovale te pojave u prošlosti, djelovale su i na rješenja, koja su dana u vezi s obranom od poplave sviju područja pored Save. Hidrološka analiza pojave i varijacija maksimalnih velikih voda uzduž toka Save od Zagreba do Stare Gradiške ukazala je na sve okolnosti, koje je trebalo proučiti i konkretnim analizama definirati, da bi se mogao donijeti konačni zaključak i rješenje s obzirom na reguliranje pravilnog otjecanja velikih voda, kao i obranu od poplave područnih terena uz Savu i njezine neposredne pritoke. Dosadanju maksimalnu poplavnu zapreminu od preko 2 000 000 000 m^3 treba lokalizirati na poplavljivanje ograničenih šumskih površina (retencionih basena) i granično moguće kapacitiranje korita Save. Prema tome primarno je uskla-

diti očekivani dotok s provodnom moći korita, što se može postići samo sistemom nizinskih akumulacija. Izgradnja brdskih akumulacija i prirodno zadržavanje vode u gorskim slivovima Save, Kupe i Une, kada uslijedi, bit će i bez obzira na njihov opseg stanoviti doprinos općem rješenju.

Za privremeno zadržavanje vodnih masa u nizinskom području Gornjeg Posavlja predviđeno je da se iskoriste ovi retencioni prostori:

1) šumsko područje Odranskog polja (10 180 ha),
2) šuma, zvana Žutica između Česme i Lonje (5 986 ha),
3) šuma Brezovica kod Siska (3 654 ha),
4) šumsko područje kod Pakre i Ilove (5 285 ha),
5) šumsko područje Ribarskog polja (6 870 ha),
6) područje Mokrog polja (8 908 ha).

Uzevši u graničnom slučaju u obzir djelovanje oterećenja velikih voda u navedena područja, Toj svrsi posredno služe i projektirani odušni kanali I i II. Ti kanali prvenstveno preuzimaju sav protok vodotoka, koji dovode vodu iz neposrednog sliva Lonjskog polja. U skladu sa graničnom provodnom moći odušni kanali pored vođenja slivnog dotoka provode i višak savskog protoka do predviđenih retencionih prostora ili u korito Save na ušću tih kanala kod Žabarskog Boka (bivše ušće Trebeža) i Stare Gradiške.

U shematskom prikazu hidrauličkog djelovanja projektiranog sistema obrane od poplave i odvodnje (sl. 3) upisani su podaci za vodne količine provodnih korita i podaci za prelivne količine u slučaju splоštavanja vrlo kritičnog vodnog vala velike vode iz god. 1925.

Konačna zapremina svih predviđenih retencionih basena s oteretnim masama vodnog vala iz god. 1925. iznosi $1\,209 \times 10^6$ m³. Analizom vodnih



Sl. 2: Područje Gornjeg Posavlja sa retencionim basenima nakon melioriranja

može se postaviti plan aktiviranja preostalih poljoprivrednih površina provedbom unutarnje odvodnje.

Rješenje problema ispravne odvodnje unutarnjih voda ne bi bilo uspješno bez jačeg zahvata, kojim se sprečava da se prekomjerne vodne mase na potezu od Zagreba do Stare Gradiške nekontrolirano prelivaju preko nasipa pored Save. Slijedeći fiksirane protoke najveće vode rijeke Save, počevši od Zagreba, na sl. 2 vidimo, da s obzirom na provodnu moć korita Save, Kupe i Une treba predvidjeti stanovita oterećenja viškova protoka, koji se pojavljuju iznad te provodne moći. Oterećenja su predviđena postranim prelivima: u Zablatju na desnoj obali Save, u Rugvici na lijevoj obali Save, u Palanjku na lijevoj obali Save, ustavom na ušću Odre u Kupu kod Siska, postranim prelivom na lijevoj obali Une u Bosanskoj Dubici, te prelivom i ustavom ispod ušća Une u Savu na početku odvajanja rasteretnog kanala Košutarica-Pivare (Stara Gradiška). Ovim oterećivanjima postizava se splоštavanje maksimalnih vodnih valova na mjeru, podnošljivu za provodno korito Save. Oterećivanja su usklađena s obzirom na superponovanje vodnih valova Save i Kupe, te vodnih valova Save, Une i slivnih voda Lonjskog polja. valova velikih voda u periodu od god. 1925. do 1955. ustanovljeno je ovo učešće plavljenja retencionih basena:

1) retencija Odra I.	5	puta,
2) retencija Odra II.	7	puta,
3) retencija Žutica	9	puta,
4) retencija Brezovica	12	puta,
5) retencija Opeka	6	puta,
6) retencija Ribarsko polje	8	puta,
7) retencija Mokro polje	13	puta.

Za slučaj plavljenja retencija pojavom vodnog vala velike vode u god. 1925., najduže trajanje poplave u retenciji Mokro polje iznosi cca 29 dana, a najmanje u retenciji Odra I i Odra II cca 6 dana.

U dosadanjim slučajevima plavljenje šumskih površina, i to ne samo onih, koje su predviđene za retencije u području Gornjeg Posavlja (oko 40 000 ha), već i onih u budućim zaštićenim područjima, trajalo je za gornja područja do 30 dana, a za donja do 90 dana. U gornja područja ubrajamo Odransko polje, šumu Žuticu i Brezovicu, a u donja područja Mokro polje, Opeku, i Ribarsko polje. Šume su bile plavljene već kod svakog nailaska srednjih velikih voda, koje su kroz otvorena ušća Odre, Trebeža te Velikog i Malog Struga punile

zaobalna područja, koja su znatno niža (depresije) od obala glavnih tokova Save, Kupe i Une. S obzirom na dosadanja redovna veća ili manja plavljenja spomenutih područja, velika je dobit kod predviđenih rješenja obrane od poplave Gornjeg Posavlja, što se zatvaranjem spomenuth ušća i regulacionim mjerama smanjuje učestalost i trajnost poplava. Buduće poplave će u ograničenim šumskim područjima biti rjeđe i kraće nego li dosada, iako će u ekstremnim slučajevima vodostaji plavljenja odnosno dubine punjenja biti veće.

Povratni period vodnog vala iz god. 1925., prema računu vjerojatnoće pojava najvećih protoka, odgovara redu učestalosti 100-godišnje velike vode.

Sistemi i objekti obrane od poplave i odvodnje Gornjeg Posavlja

Iz grube analize u prethodnom poglavlju i uvida u shematski prikaz hidrauličkog rješenja (sl. 3) razabire se koncepcija rješenja obrane od poplave velikih voda, kao i fiksiranje vodnog režima sistemom oterećivanja, odnosno sploštavanja vodnih valova velikih voda duž cijelog poteza Gornjeg Posavlja. Obrana od poplave cijelog područja Gornjeg Posavlja usredotočena je:

1) na osiguranje toka Save od Davora do Zagreba sistemom obranbenih nasipa sa 1 — 1,2 m nadvišenom krunom nasipa iznad fiksiranog nivoa buduće velike vode, prelivom u Zablatju (L = 800 m), Rugvici (L = 330 m), Palanjku (L = 800 m) i odušnim kanalom Košutarica — Pivare;
2) na osiguranje toka Kupe u najdonjem toku kod Siska sistemom obranbenih nasipa s krunom 1 m iznad budućeg najvišeg nivoa vode i upusnim objektom — ustavom na ušću Odre u Kupu;
3) na osiguranje toka Une od Bosanske Dubice do ušća u Savu sistemom obrambenih nasipa s krunom 1 m iznad budućeg najvišeg nivoa vode i oteretnim preljevom dugim 2 000 m u Bosanskoj Dubici;
4) na djelovanje odušnog kanala Trebež—Rugvica, dužine 66 km;
5) na djelovanje odušnog kanala Pivare—Košutarica, dužine 34 km;
6) na djelovanje spojnog kanala Opeka—Bročica, dužine 12 km;
7) nad djelovanje retencionih područja s ispusnim objektima.

S obzirom na hidrauličke odnose tih ključnih objekata može se cio sistem obrane od poplave područja Gornjeg Posavlja podijeliti u četiri grupe ili odvojena sistema:

1) **Odranski sistem**, s prelivom Zablatje i spojnim kanalom do retencije Odra I, retencijom Odra I i Odra II, ispusnim objektom iz retencije Odra I, upusno-ispusnim objektom na ušću Odre u Kupu i retencionim nasipima, desno obalnim nasipom uz Savu od Zagreba do Siska i obodnim kanalom Kupa—Lomnica na području odvodnje 15 i 17. Tim sistemom osiguravaju se od poplave poljoprivredne površine označene u shematskom prikazu područja brojevima 15 (17 960 ha), 16 (10 530 ha), 17 (8 990 ha), ili ukupno 37 480 ha područja, u kojima se može provesti unutarnja odvodnja.

Sl. 3: Shema hidrauličkog djelovanja projektiranog sistema

2) **Lonjski sistem**, s prelivom Rugvica i Palanjek na lijevoj obali Save, odušnim kanalom Trebež—Rugvica i pripadnim objektima na kanalu, uređenjem donjih tokova Zeline, Lonje, Česme i Ilove, retencijama Žutica, Brezovica i Opeka s pripadnim prelivima, ispusnim objektima i nasipima, obodnim kanalima u područjima odvodnje 8, 11 i 14, lijevo obalnim nasipima uz Savu od Zagreba do ušća Trebeža, prokopom Save Bok — Strelečko i ustavom na ušću Trebeža. Tim sistemom osiguravaju se od poplave poljoprivredne površine označene u shematskom prikazu područja sa brojevima 7 (8 580 ha), 8 (22 700 ha), 9 (11 880 ha), 10 (9 700 ha), 11 (7 580 ha), 12 (7 290 ha), 13 (3 400 ha), 14 (15 130 ha) ili ukupno 86 260 ha područja, u kojima se može provesti unutarnja odvodnja.

3) **Unski sistem,** s prelivom u Bosanskoj Dubici na lijevoj obali Une, odušnim kanalom Una—Ribarska retencija, s pripadnim objektima na kanalu, retencija Ribarsko polje, s ispusnim objektom i nasipima, uređenje donjeg toka Sunje, desno obalnim nasipom uz Savu od Siska do ušća Une, lijevo obalnim nasipom uz Unu od Bosanske Dubice do Uštice pri ušću Une u Savu, obodnim kanalima za osiguranje područja odvodnje od brdskih voda u području odvodnje 18. i 20. Tim sistemom obrane osiguravaju se od poplave poljoprivredne površine označene u shematskom prikazu cijelog područja sa brojevima 18 (6 960 ha), 19 (7 680 ha), 20 (7 350 ha) i 21 (2 560 ha) ili ukupno 24 550 ha područja, u kojima se može provesti unutarnja odvodnja.

4) **Sistem Mokrog polja,** s odušnim kanalom Košutarica—Pivare i pripadnim objektima na kanalu, s prelivom na odušnom kanalu Košutarica—Pivare, upusnim objektom kod Košutarice, spojnim kanalom Opeka—Bročice, retencijom Mokro polje, s prelivom na odušnom kanalu, ispusnim objektom i nasipima; lijevo obalnim nasipom uz Savu na potezu od ušća Trebeža do Pivare; uređenjem donjih tokova potoka Subocka, Novska, Sloboština, obodnim kanalima u područjima odvodnje 1, 3, 5 i 6 zbog zaštite područja od brdskih voda. Tim sistemom se osiguravaju od poplave poljoprivredne površine označene u shematskom prikazu cijelog područja sa brojevima 1 (14 770 ha), 2 (1 900 ha), 3 (7 270 ha), 4 (4 650 ha), 5 (3 890 ha), 6 (7 030 ha), ili ukupno 39 510 ha područja, u kojima se može provesti unutarnja odvodnja.

Sumiranjem površina područja odvodnje za sva četiri sistema obrane od poplave, uključivši tu i površine izvan predviđenih odvodnih sistema, koje će predviđenim regulacionim mjerama biti poboljšane, dobiva se za cijelo područje Gornjeg Posavlja ukupna poljoprivredna površina 196 498 ha.

Ukupna površina retencija u cijelom području Gornjeg Posavlja iznosi 40 831 ha. Ukupna šumska površina — uključivši retencije — iznosi 74 579 ha.

Sveukupna površina područja Gornjeg Posavlja, uključivši uz područja odvodnje i površine, koje otpadaju na retencije, kao i ostale produktivne i neplodne površine, iznosi 298 123 ha.

Analiza troškova izvedbe osnovnih radova obrane od poplave i odvodnje pokazuje, da se investicije mogu zaokružti sa 30 milijardi dinara ili na 150 000 Din za 1 ha poljoprivredne površine.

Na kraju ovog prikaza treba napomenuti, da danas plavljene površine Gornjeg Posavlja predstavljaju jednu od osnovnih vrijednosti, koja će biti značajna za podizanje potencjala naše privrede. Provedbom hidrotehničkih radova odvodnje i agrotehničkim mjerama u vezi s iskorištenjem odvodnjenih površina ostvarit će se težnje generacija, koje su bile izražavane u prijedlozima, dokazima, konferencijama i projektima u periodu od preko 150 godina.

E. S.

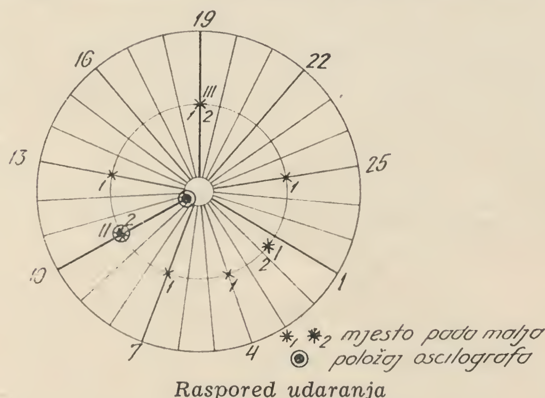
ISPITIVANJE KUPOLE BRODARSKOG INSTITUTA U ZAGREBU

Ing. **Kruno Tonković**, Zagreb

(Nastavak)

3.3 Monolitnost kupole

Da bi se dobio uvid u postignutu monolitnost prostorne konstrukcije kupole provedena su i mjerenja oscilacija nakon pada malja teškog 228 kg



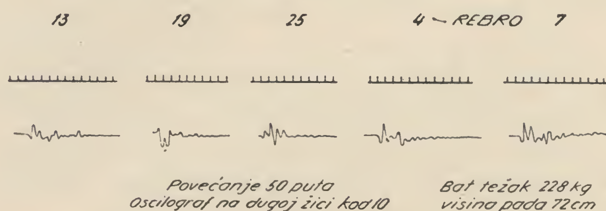
Raspored udaranja

sa visine od 72 cm. Jačina udaraca iznosila je 164 kgm.

Provedene su dvije serije udaranja (1, 2).

Kod prve serije oscilograf je bio pričvršćen na cca 16 m dugoj žici, koja je visjela na rebru 10, i to kod ukrućenja »C«.

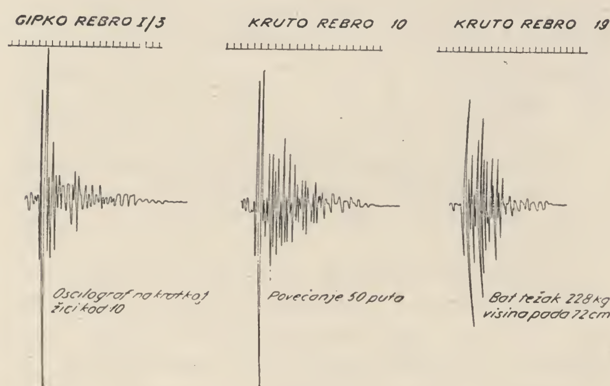
Veličina amplitude titranja dosiže ± 0,2 mm, a registrirani broj titraja do prakičnog umirenja cca 20 puta.



Rezultati prve serije udaranja (oscilograf kod »C«)

Interesantno je, da su dijagrami sa simetričnih udaljenosti 13 i 7 praktički istovjetni, dok dijagram 25 pokazuje donekle utjecaj oscilacije žice.

Da bi se isključio utjecaj titranja žice, premješten je oscilograf na vrh centralnog stupa i pričvršćen također na rebro 10.



Rezultati druge serije udaranja (oscilograf kod obruča)

Oscilacije su na obruču znatno veće. One dosižu veličinu od ± 1,7 mm, a registrirani broj titraja do praktičnog umirenja ovdje iznosi u srednje 27 puta. Utjecaj udaraca sa bilo kojega rebra na oscilacije pri obruču je podjednak.

Ovi pokusi pokazuju, da su elementi u konstrukciji vrlo dobro povezani i da je kupola dovoljno monolitna. To je za drvenu konstrukciju naročito interesantno. Druge svrhe ovo ispitivanje nije imalo.

3.4 Progibi kupole

Vertikalne deformacije mjerene su do 50 dana nakon otpuštanja kupole od skela. Mjereno je ispočetka nekoliko puta dnevno, zatim dva puta na dan i kasnije svakih nekoliko dana.

Isprva je kupola, otprilike tri tjedna, ostala bez opterećenja, zatim je počelo probno opterećenje kupole kamenom. To je stanje trajalo pet dana, zatim je kupola oslobođena od opterećenja, ali su progibi mjereni i dalje.

Kod mjerenja je ustanovljen velik utjecaj promjena temperature na rezultate mjerenja, koji je vrlo teško uzeti u obzir, jer se radi o konstrukciji u prostoru, u kojem bi trebalo registrirati temperaturu na mnogim mjestima, uzeti u obzir temperaturu izvana, zastrtost neba i t. d. Usto su okolnosti još komplicirane utjecajem vlažnosti i razlike tih stanja na pojedinim elementima.

Budući da su očekivane veličine deformacija od stalnog i probnog tereta bile vrlo malene, trebalo bi precizno mjeriti temperaturu i vlagu, ali su instrumenti za njihovo mjerenje toliko grubi, a razlike unutar kupole i na pojedinim mjestima prostorije (koja nije bila zatvorena) takve, da preračunavanje ne vodi ničemu.

Da bi se ti utjecaji u rezultatima progiba dovoljno eliminirali, odmah nakon otpuštanja skela montirana je posebna žica s progibometrom kao komparator. Ta je žica bila pričvršćena o skelu, neposredno uz žice, koje su visile o kupoli.

Progibi su naime mjereni Huggenbergerovim deflektometrima, učvršćenima pri dnu prostorije. Četiri su progibometra učvršćena na vijencu, pa se pomoću njih moglo zapaziti eventualno nagibanje vijenca od horizontalne ravnine, koje je simptomatično za slučaj gubljenja stabilnosti. Tako je ujedno postojala kontrola.

Deformacije su tako malene, da nije bilo razloga postavljati progibometre na druga mjesta. Za kontrolu postavljen je jedan progibometar u četvrtini raspona kupole, ali su rezultati njime dobiveni bili toliko maleni i nesigurni, da se na njih ovdje možemo osvrnuti samo s konstatacijom, da su deformacije na tome mjestu bile beznačajne.

Interesantno je bilo ustanoviti: kolike su deformacije u prvi tren, kakav je tok laganog porasta deformacija i njegova tendencija, te kakva je jednakost progibanja svih točaka vijenca. Zatim je interesantna veličina deformacija pod opterećenjem, vraćanje progiba nakon rasterećenja i brzina toga vraćanja (stagnacija progibanja).

U tome su smislu bila i provedena opažanja. Vidi skice.

Treba upozoriti na činjenicu, da su veličine deformacija dobivene proračunom vrlo nesigurne, jer je utjecaj podatnosti u spojevima, koji ne možemo računski obuhvatiti, presudni čimbenik u sumarnoj veličini progiba. Iz tih razloga svaka usporedba s proračunskim veličinama može se ocijeniti samo kao uvid u kvalitet izvedbe.

Kod ocjene izmjerenih rezultata treba imati u vidu, da su prilikom izvođenja bila moguća stanovita pomjeranja u skelama i oslanjanjima, zbog kojih je izmjereni progib prilikom otpuštanja skela bio manji od onoga, koji bi se izmjerio nakon nekog idealnog oslanjanja u toku radova. Uz ostale okolnosti, koje su dovele do toga, da izmjereni progib odmah nakon otpuštanja skela nije moguće izravno usporediti, osobito je u tome, da je konstrukcija prilično dugo ležala na skelama, u tako reći zatvorenom stanju, kad su već definitivno bila vezana sva rebra u obruču i kad su već oplate bile ugrađene. U takvom je stanju kupola doživjela neustanovljeni broj ovlaženja, koja su morala utjecati na veličine izmjerenih deformacija. Isto je tako pitanje, od kolikog je utjecaja razlika u stanju vlažnosti i temperature u onom času, kad je konstrukcija bila definitivno vezana i razlika u času, kad je kupola bila otpuštena od skela.

Prvi period mjerenja progiba pokazao je, da se je obruč na raznim mjestima različito progibao, ali razlike nisu znatne.

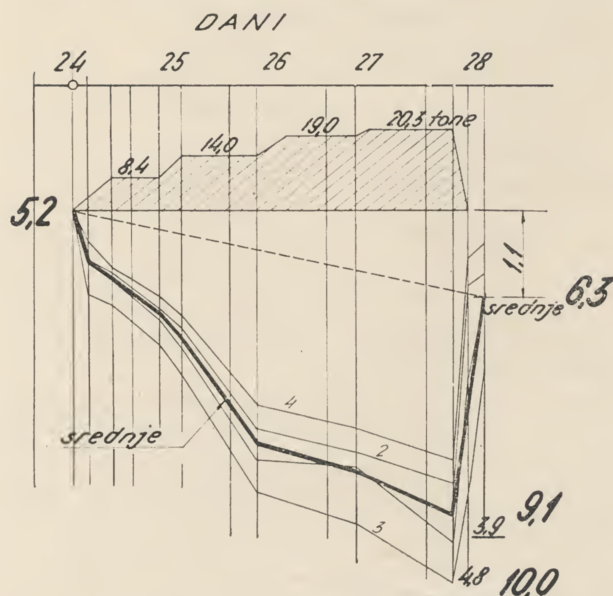
Kod ocjene veličine progiba, s obzirom na proračunske progibe, interesantno je odrediti, koliki je bio prema tome stvarni pomak u jednom spoju. Prema mjerenim podacima i proračunu bilo bi:

$$f = f_m - f_p = 6{,}3 - 3{,}1 = 4{,}2 \text{ mm},$$

$$u = \frac{4.2}{22} \text{ ili } \mathbf{0{,}2\ mm} \text{ po spoju},$$

a to bi bio odličan rezultat.

Da bismo dobili bolji uvid u krutost konstrukcije, proveli smo promatranja deformacija kroz dulje vremena, računajući s time, da je potrebno



Progibi kod probnog opterećenja

stanovito vrijeme, da se kupola smiri i zauzme svoj stalni oblik. Stvarno su mjerenja pokazala, da je nakon nekoliko dana veličina progiba porasla od 4,0 mm na 5,2 mm. Kad je probno opterećenje bilo uklonjeno, ostao je u kupoli stalni dodatni progib od 1,1 mm u prosjeku, što znači, da ukupni progib kupole iznosi 6,3 mm.

Dodatni progib prilikom probnog opterećenja vjerojatno je posljedica deformacija u nastavcima i spojevima drvenih elemenata u konstrukciji. Taj se dodatni progib mogao očekivati, jer izvedba drvenih konstrukcija nije takve prirode, da toliko i takvo opterećenje ne bi ostavljalo traga.

Kod ocjene veličine progiba treba imati u vidu, da su mjerenjem konstatirani progibi maleni.

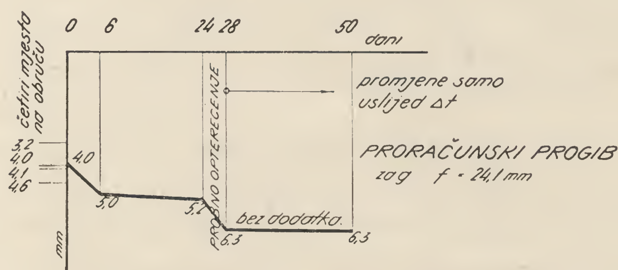
Odnos progiba prema rasponu iznosi:

$$f : L = 6{,}3 : 39000 = 1 : 6200.$$

Ako veličinu progiba promatramo kao rezultat skraćenja duljine rebara, dobivamo ove odnose:

strelica = 6500,0 mm,
progib = 6,3 mm,
poluraspon = 19500,0 mm,
progib daje promjenu tetive od: $\Delta s = 2{,}0$ **mm**

Progibi su mjereni i pri pokretnom opterećenju, ali su veličine tih progiba jedva zapažene, kretale su se od 0,00 do 0,08 mm.



Rezultati mjerenja progiba

Kao što se vidi, prirast progiba u ovisnosti od opterećenja dao je ove rezultate: Pod opterećenjem od 20,4 tone progib iznosi $f_0 = 3{,}9$ mm. Ako od toga odbijemo stalni prirast progiba, konstatiran nakon skidanja tereta, imat ćemo: $f = 3{,}9 - 1{,}1 =$ **2,8 mm.**

Mjerenja progiba prestala su 50 dana nakon otpuštanja skela. U intervalu od 30 do 50 dana nije opaženo povećanje progiba.

To naravno ne znači, da se bilježeni rezultati na progibometrima nisu svakodnevno mijenjali. Međutim, preračunavanja tih rezultata dala su prirodna odstupanja, čas prema gore, čas prema dolje, tako da se iz njih moglo samo vidjeti, da je stanje konstrukcije smireno.

Iz prednjih podataka može se zaključiti, da je, što se tiče deformacija, konstrukcija pokazala odlične osebine. Veličine progiba su takvog reda, pa se može reći, da se tako izvedena drvena konstrukcija ponaša slično kao i konstrukcija od drugih materijala.

3.5. Veličine napona

Na karakterističnim mjestima kupole, koja su prikazana na skici mjereni su pomoću tenzometara, deformatora i komparatora naponi za stanovite slučajeve opterećenja, o kojima je bilo govora.

Preračunavanje napona iz očitanih deformacija izvedeno je uz pretpostavku modula elastičnosti drveta E = 140 000 kg/qcm, koji odgovara ispitanim rezultatima.

U podacima, koji slijede, predznak plus označava vlačno, a predznak minus tlačno naprezanje.

3.5.1. Naprezanja od vlastite težine kupole

Naprezanja od vlastite težine konstrukcije kupole mjerena su prilikom otpuštanja skela i tjedan dana nakon toga. Kod usporedbe mjerenih veličina i proračunskih rezultata konstatirano je, da izravna usporedba sa vrijednostima iz proračuna kupole nema mnogo smisla, jer je nepoznato stvarno stanje u kupoli prije nego što su skele otpuštene.

Kruta i gipka rebra

Naponi u krutim i gipkim rebrima vide se na skici.

Naprezanja rebara od vlastite težine kupole

Da bi se ovi rezultati mogli usporediti s proračunatim vrijednostima, izračunati su uz različne pretpostavke naponi u rebrima, koji bi mogli nastati za predviđeno opterećenje od vlastite težine kupole. Račun je proveden za:

b) konstrukciju kupole,

d) luk sa dva zgloba,

e) upetu gredu, raspona od pete do tjemena.

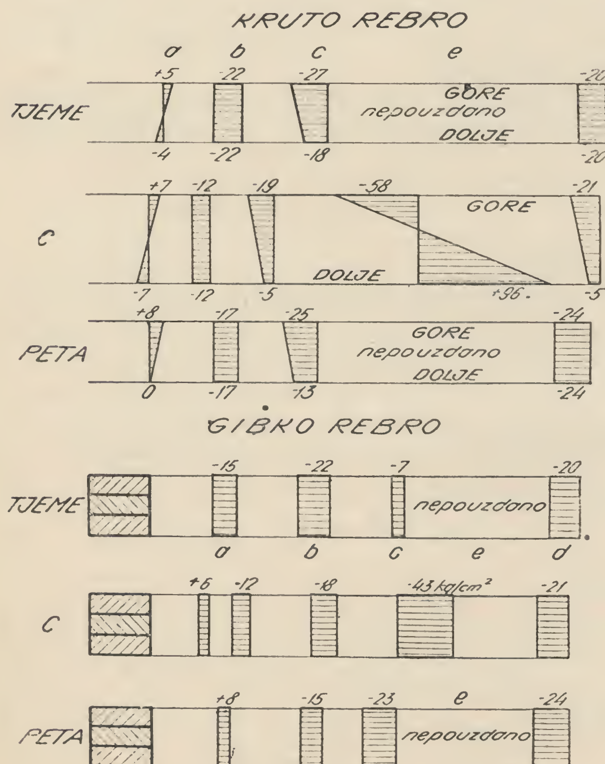
Dobiveni su ovi rezultati:

		b	d	e
pri tjemenu	gore	—22	—20	
	dolje		—20	nepouzdano
kod »C«	gore	—12	—21	—58
	dolje		— 5	+96
pri peti	gore	—17	—24	
	dolje		—24	nepouzdano

Usporedba tih veličina, prikazanih grafički na skici pokazuje, da je došlo do pojave lokalnog savijanja rebara. Razlika između stvarnog stanja prije otpuštanja i podataka za dvozglobni luk je minimalna, što znači, da se prilikom ocjene rezultata može računati s tim djelovanjem.

U gipkim rebrima su izmjereni ovi naponi:

pri tjemenu	—15 kg/qcm
kod »c«	+ 6 kg/qcm
pri peti	+ 8 kg/qcm



Dijagrami naprezanja rebara od vlastite težine kupole

Rezultati proračuna za kupolu bili su:

pri tjemenu	—22 kg/qcm
kod »c«	—12 kg/qcm
pri peti	—17 kg/qcm

Rezultati proračuna dvozglobnog luka:

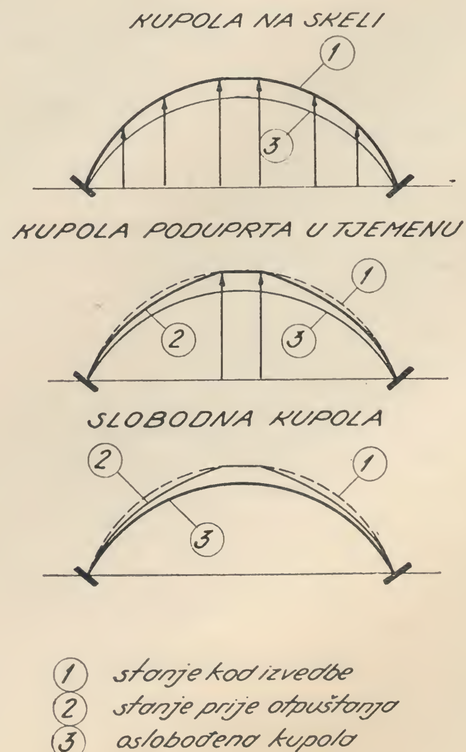
pri tjemenu	—20 kg/qcm
kod »c«	—21 kg/qcm
pri peti	—24 kg/qcm

Oplate i obruči

Naponi u oplatama i obručima od vlastite težine kupole dani su u tablici.

	PRSTEN. OPLATA	DIJAGONALNA O.	GORNJI OBRUČ
MJERENJA	peta +13; c +11	tjeme -3; c -1; peta -3	gore -7; dolje -3
FAZE MJERENJA	Na skeli; otpušteno; Nakon 24 sata	Na skeli; otpušteno; Nakon 24 sata	Na skeli; otpušteno; Nakon 24 sata
	deformetar	komparator	komparator

Mjerenja deformacija i napona, nastalih nakon otpuštanja kupole od skela, nisu mogla pokazati stvarne napone od vlastite težine kupole. Naime, konstrukcija kupole je ležala prije otpuštanja skela samo na centralnom stupu, koji se nalazio ispod gornjeg obruča. Zbog toga što se kupola gradila



Karikirane deformacije kupole tokom izvedbe i ispitivanja

dulje vremena, oslonci kupole pri četvrtinama raspona na mnogim mjestima su olabavili ili su pak postojala mjesta, na kojima se je koncentriralo veće opterećenje. Budući da nije bilo izvjesno, da li će se ispitivanje uopće moći izvršiti dao sam nalog da se posve uklone oslonci u četvrtinama raspona, da bi se time ujednačilo stanje po paralelama kupole. Kupola se nalazila dulje vremena oslonjena na obruču i vijencu, pa su prilikom otpuštanja rebra i drugi elementi kupole djelovali posve drukčije nego u gotovoj otpuštenoj konstrukciji kupolastog nosača.

Takvi se zaključci mogu izvući i prema izmjerenim rezultatima, iz kojih se na prvi pogled čini, da postoje vlačne sile u rebrima. U stvari, međutim, povećanje duljine u instrumentima znači samo smanjenje pritisaka u elementu. Kod rebara su se dakle smanjili tlačni naponi u gornjem pojasu, a povećali su se tlačni naponi u donjem pojasu.

U općem okviru provedenih ispitivanja rezultati stanja prije i nakon otpuštanja stoga se ne mogu izravno uspoređivati sa stanjima, koja bi u kupoli kao takvoj trebala nastati od vlastite težine, jer stanje u konstrukciji prije otpuštanja nije bilo »nulto« stanje, u kojemu ne postoje naprezanja niti u jednom elementu konstrukcije.

Za ocjenu konstrukcije interesantan je red veličina napona i predznaci na pojedinim mjestima, koji nastaju od spomenutog izvanrednog stanja. Prema tome vidimo, da su ti dodatni naponi tako mali, da je njihova pojava beznačajna za konstrukciju.

Mjerenja deformacija nakon sedam dana nisu pokazala nekih bitnih izmjena. Općenito se može reći, da su u tome periodu rezultati porasli za kojih 6%.

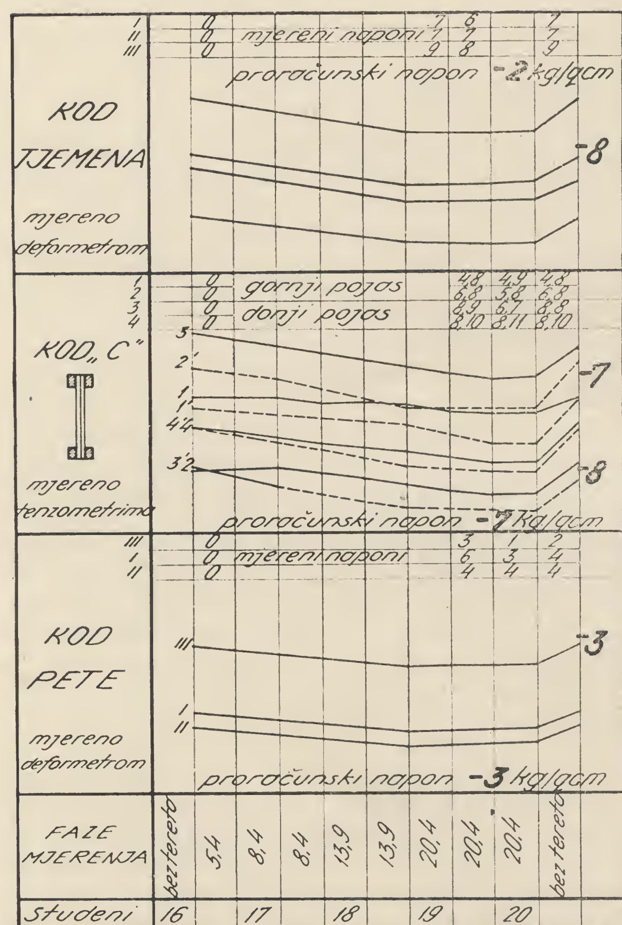
3.5.2. Naprezanja kod probnog opterećenja

Probno opterećenje započelo je 16 X, a završeno je 20 X 1954. Teret je dodavan postepeno, prema podacima, koji se vide u skicama. Za opterećenje je upotrebljen lomljenjak, koji je smješten unutar i naokolo svjetlika. Ukupni je probni teret iznosio 20,4 tone.

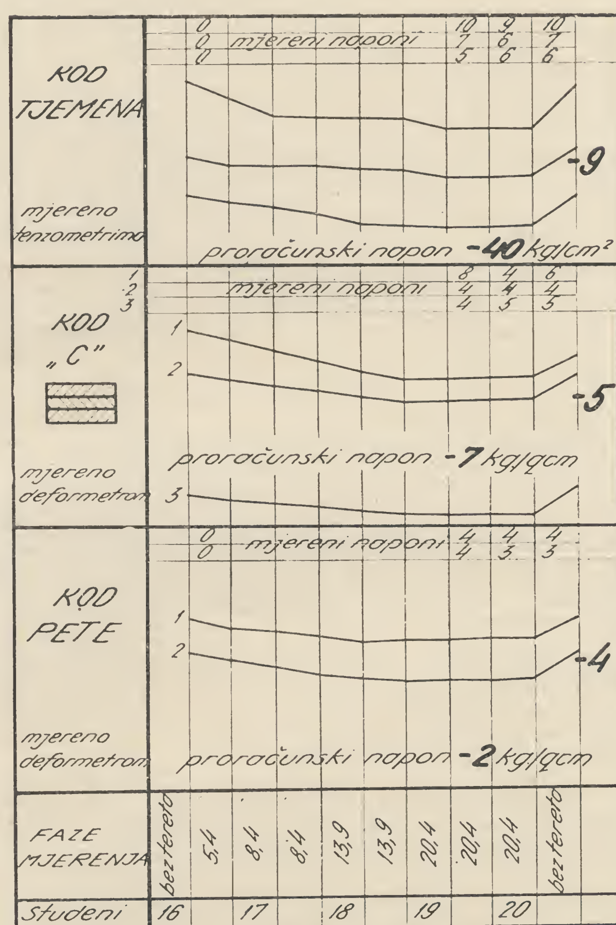
Kruta rebra

Kod proračunavanja napona u kupoli pod tim opterećenjem nisu uzeta u obzir djelovanja prstenastih i dijagonalnih oplata te djelovanje hrpta na prenos meridijalnih sila.

Podaci mjerenja prikazani su na skici.



Naprezanja krutih rebara pod probnim opterećenjem



Naprezanja gipkih rebara pod probnim opterećenjem

Gipka rebra

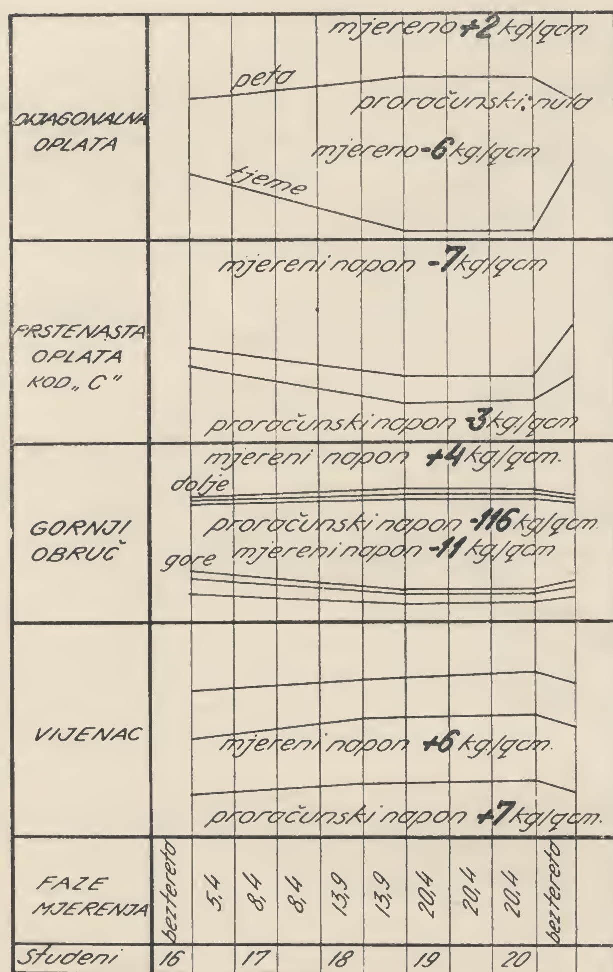
Kod proračunavanja napona u kupoli pod tim opterećenjem nisu uzeta u obzir djelovanja prstenastih i dijagonalnih oplata.

Podatke mjerenja i usporedbu pokazuje tablica.

Oplate i obruči

Na skici se vide naponi u prstenastoj i dijagonalnoj oplati te u gornjem obruču i vijencu kupole, koji se javljaju pod probnim opterećenjem.

Kod proračunskih vrijednosti napona nije uzeto u obzir sudjelovanje konstrukcije svjetlika i lokalnih savijanja. Zatim, nije računato sa sudjelovanjem prstenaste i dijagonalne oplate te prenosom sila preko priljubljenih ploha rebara.



Naprezanja oplata i obruča pod probnim opterećenjem

Izmjereni naponi u konstrukciji prilikom probnog opterećenja kamenom, pokazuju vrlo dobro podudaranje s proračunskim veličinama.

Veća otstupanja ustanovljena su jedino na mjestima, gdje se proračunski rezultati ne mogu prihvatiti kao točni zbog nejasnog utjecaja svjetlika ili graničnih vrijednosti pojedinih veličina.

S obzirom na nesigurnu vrijednost modula elastičnosti, na učvršćenost elemenata u konstrukciji. kao i s obzirom na poteškoće, koje postoje kod pričvršćenja markica za mjerenja na drvetu, gornji se rezultati mogu smatrati osobito uspješnima.

Na mnogo mjesta instrumenti su bili prilikom dugog ispitivanja poremećeni, ili nisu bili dovoljno pričvršćeni za konstrukciju. Takve smo instrumente isključili iz promatranja. Kako su se takvi događaji očekivali, na konstrukciju je stavljen znatno veći broj instrumenata od minimalno potrebnog, tako da je konačno ostalo dovoljno ispravnih očitanja, potrebnih za dobivanje vrijednih rezultata.

Rezultati mjerenja napona prilikom probnog opterećenja od najveće su vrijednosti, jer su ta mjerenja trajala dosta kratko vrijeme.

4 — Posebna promatranja

U posebna promatranja, koja su još bila obuhvaćena provedenim ispitivanjima, spadaju razmatranja, koja mogu nastati kod pojave katastrofalno velikih i nepodesnih opterećenja snijega, kao i ona, koja mogu nastati prilikom čišćenja krova ili raznih radova na kupoli.

Detaljnija istraživanja tih stanja nisu ovdje obuhvaćena, jer bi to iziskivalo posebne studije, ali su njihovi osnovni podaci dovoljno opsežno obrađeni.

4.1 Opterećenje snijegom

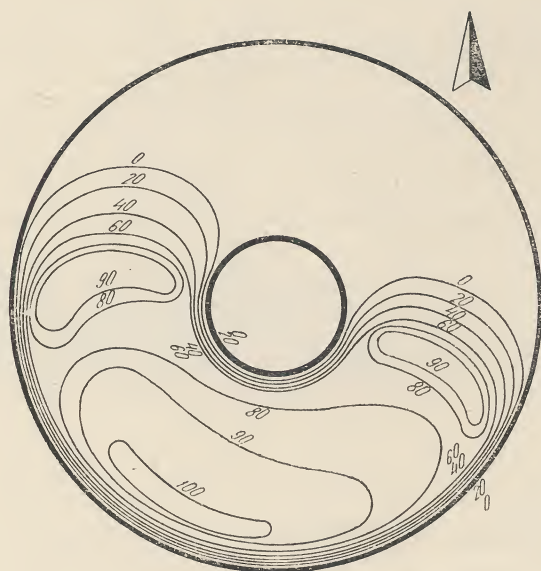
U zimi nakon provedenog otpuštanja kupole od skela i nakon sprijeda izloženih ispitivanja, bila je konstrukcija izvanredno nepovoljno opterećena.

Zbog istovremenog nadolaska snijega i vjetra, snijeg se nagomilao na jednoj polovini kupole. Kod toga je primijećeno, da izdignuti svjetlik djeluje kao zaklon, iza kojega se gomila snijeg. Tako je kupola bila opterećena jednostranim pritiskom snijega, koji je dosizao visinu od skoro jedan metar.

Na terenu je tada napadao sloj snijega prosječno visok 49 cm. Težina snijega izmjerena je u svježe napadanom stanju i konstatirano je, da ona iznosi otprilike 160 kg po kubiku.

Snijeg je zapao 7 II 1955. Izmjerena veličina pritiska snijega iznosila je mjestimično do 120 kg/qm. Takvo opterećenje je veoma nepovoljno. Međutim, u propisanim ispitivanjima nije predviđeno, da bi se na bazi takvih pretpostavki određivala proračunska naprezanja i dimenzije konstrukcije.

Nažalost, prilikom pojave tog katastrofalnog tereta nije bilo moguće izvršiti mjerenja instrumentima. Jedino je detaljno pregledano bez instrumenata stanje konstrukcije. Nisu zapaženi nikakvi znakovi možebitnih prekomjernih napona, deformacija, ili druge pojave, koje bi se mogle dovesti u vezu sa osjetnim približavanjem granici nosivosti.



Razmještaj opterećenja snijegom

Povodom ovih razmatranja uzeli smo u obzir i drugu mogućnost, da na kupolu napada snijeg znatno veće težine od one, koju predviđaju propisi.

Prema podacima sakupljenim pred nekoliko godina u Sloveniji, kad je pao izvanredno visok snijeg, težina toga snijega iznosila je do 265 kg/qm. To je dakle znatno veće opterećenje od onoga, za koje je kupola bila po propisima provjerena.

Za orijentaciju, od kolikog je značenja za sigurnost konstrukcije pojava takvog opterećenja, izračunate su proračunske veličine odlučne za ocjenu nosivosti, pa su dobivena ova maksimalna naprezanja:

gipka rebra	154 kg/qcm,
kruta rebra	138 kg/qcm,
pritisak na obruč	27 kg/qcm,
gornji obruč	105 kg/qcm,
prstenasta oplata	25 kg/qcm.

Prema tome ne će se ni kod takva opterećenja konstrukcija nalaziti u stanju, kojim bi se osjetno približila slomu.

Međutim, treba imati u vidu, da je takvo jednoliko opterećenje kupole bitno povoljnije od jednostranog opterećenja isto takva intenziteta, ali veličina toga tereta odnosi se na Sloveniju, pa njena primjena na okolnosti u Zagrebu može stvarno imati samo orijentaciono značenje.

4.2 Pokretna opterećenja

Kod ispitivanja gotove kupole istražen je utjecaj što ga može izvršiti grupa ljudi na krovu. To opterećenje može nastati prilikom čišćenja snijega ili kakvih popravaka na konstrukciji ili pokrovu kupole.

Prilikom toga ispitivanja grupe su ljudi bile koncentrirane na jednom mjestu na površini od kojih 6 qm. Prema programu grupe su se premještale po paralelama, koje leže pri vijencu, u četvrtini raspona (kod točke »C«) i pri tjemenu kupole. Veličina opterećenja iznosila je 24 čovjeka ili cca 1800 kg.

Kod toga se opterećenja moglo konstatirati, da su deformacije kupole, osim izravno ispod mjesta opterećenja, bile tako malene, da su se teško mogle pouzdano registrirati instrumentima, koje smo imali.

Promatranjem deformacija na izravno opterećenom krutom rebru sa grupom ljudi konstatirane su ove ekstremne vrijednosti napona:

pri tjemenu rebra:		+16 kg/qcm,
kod »C«	gore	—49 kg/qcm,
	dolje	+32 kg/qcm,
pri peti gore		+12 kg/qcm.

Proračunski naponi kod mjesta »C« iznose $\pm$ 35 kg/qcm, uz pretpostavku, da rebro nosi kao upeta greda na dva oslonca.

Naponi na drugim mjestima, udaljenima od mjesta opterećenja, kreću se oko 5 do 11 kg/qcm.

Mjereni naponi u gipkim rebrima, interesantni s obzirom na stanje od lokalnog savijanja, dali su ove ekstremne veličine:

pri tjemenu	maks. 9 kg/qcm,
kod »C«	maks. 36 kg/qcm,
pri peti	maks. 16 kg/qcm.

U prstenastoj oplati izmjereni su ovi naponi:

kod »C«	maks. 52 kg/qcm,
pri peti	maks. 20 kg/qcm.

Mjerenja deformacija pokazala su, da su kruta rebra nosila otprilike kao grede na rasponu između vijenca i tjemena. Uslijed djelovanja oplata bila su i susjedna rebra prisiljena da sudjeluju kod opterećenja.

U ukupnom ponašanju konstrukcije kupole opterećenje je toliko maleno, da nije došlo do izražaja.

5 — Zaključno

Iz sprijeda izloženog vidimo, da su materijali, od kojih je izgrađena kupola, kao i radovi prilikom izvađanja ispitani u iscrpnom opsegu, potrebnom za dobivanje uvida u kvalitet izvedene konstrukcije. Za samo ispitivanje gotove konstrukcije sastavljen je prethodno program, koji je u cijelosti ispunjen.

Prilikom iskorišćenja dobivenih rezultata rad se ograničio na podatke, koji daju uvida u sigurnost konstrukcije.

Treba naglasiti, da prilikom ispitivanja gotove kupole nigdje ni jednog časa nije dolazila u pitanje nosivost konstrukcije u okviru onih opterećenja i stanja, na koja po propisima nailazimo u eksploataciji. Stanja, u kojima se konstrukcija posve približuje slomu, nisu predmet ove rasprave. Praktično nije bilo ni moguće ovu konstrukciju prostornog tipa dovesti u stanje, kojim bi se to postiglo.

Kod ocjene veličina kao što su: točnost izvedenih oblika, monolitnost konstrukcije, pa i veličine vertikalnih progibanja, moramo se osloniti na ono što se po praktičnoj ocjeni još može smatrati malenim, zadovoljavajućim ili suviše velikim.

Za ocjenjivanja konstrukcije izvedene od drveta nisu usto dovoljni samo rezultati, koje daju ispitivanja izvršena u stanovitom trenu na novoj gotovoj konstrukciji. Drvene konstrukcije brzo stare; okolnosti, koje smo imali u novoj konstrukciji, doskora će biti izmijenjene zbog pojave sve većih deformacija u spojevima, promjene svojstava drveta te zdravosti drveta i hrđanja metalnih dijelova. *Stoga treba imati u vidu, da se provedena ispitivanja i zaključci, koji se iz njih mogu izvesti, odnose na konstrukciju kakova je postojala u vrijeme kada su se ispitivanja provodila. Kako će se dugo ta stanja održati, ovisi o mnogo čemu, a u prvom redu o zaštitnim mjerama,* koje treba osigurati za čitavo vrijeme trajanja objekta. Zato je potrebno redovito pregledavati konstrukciju i kontrolirati one osnovne podatke, o kojima je sprijeda bilo govora, da bi se pravodobno mogle sanirati štetne pojave i konstrukcija održati u ispravnom stanju kroz dugi niz decenija.

Time završavamo ova dosta opsežna izlaganja o drvenoj kupoli Brodarskog instituta u Zagrebu sa željom, da bi to bio poticaj za daljnju primjenu izvanrednog materijala za visokokvalitetne inženjerske konstrukcije naše »plemenite« hrastovine.

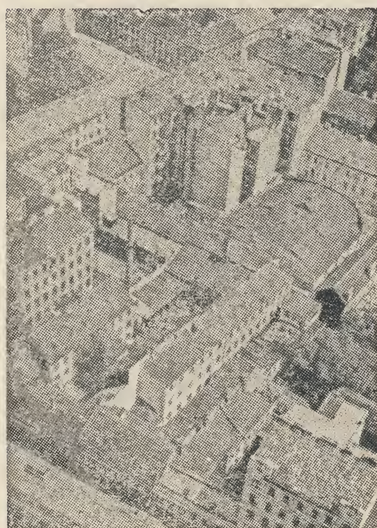
STAMBENA IZGRADNJA U BEČU

(S ekskurzije DGIT-a u Austriji)

Ing. **Lida Zlatić**, Zagreb

Za vrijeme Austrougarske monarhije bio je priliv stanovnika u Beč — glavni grad mnogomilijunske države — veoma velik, tako da je stalno nedostajalo stanova. To su tada iskorištavali vlasnici zemljišta, pa su iz spekulativnih razloga gradili masovne stanove bez i najmanjeg konfora. Gustoća stanovništva u pojedinim dijelovima Beča popela se na taj način do 2000 stanovnika na hektar. Građevinske parcele mogle su se izgrađivati do 85%, a samo 15% trebalo je ostaviti slobodnim za dvorišta (svjetlarnike). Zbog takvih prilika još i sada 83% svih bečkih stanova čine mali stanovi s prosječnom površinom od 35 m², koji se obično sastoje od sobe i kuhinje, a nemaju ni predsoblja, ni zahoda, ni vode u stanu. U takvim stanovima još i danas stanuje po 7 osoba. Srednje velikih stanova ima 11%, a velikih stanova 6%.

Raspadom Austrougarske 1918. g. postao je Beč glavni grad male državice s veoma teškom ekonomskom problematikom. Po dolasku socijalista na upravu države i glavnog grada razrađeni su opsežni planovi o t. zv. socijalnim stanovima. Bečka općina izgradila je u periodu od 1923—1934 godine 63 071 stan. Ti se stanovi više nisu gradili iz spekulativnih razloga, ni stihijski, nego po točno određenom planu, koji je bazirao na ovim osnovnim principima:



Stambena četvrt



Svjetlarnik



Hodnik sa zajedničkim vodovodom



Najamne kućerine

a) gradnja stanova ne može biti izvor zarade i rente,

b) izgrađenost parcele treba reducirati od 85% na 30%,

c) svaki stan mora imati vlastiti zahod, vodu, plin, elektriku, a sve stambene prostorije moraju imati mogućnost direktnog zračenja i osvjetljenja,

d) prosječna površina stana treba da bude oko 40 m²,

e) osim stanova izgrađuju se sve potrebne socijalne ustanove (dječji vrtići, savjetovališta za majke, školske zubne ambulante, centralne praonice rublja, javna kupališta i t. d.).

Obnova je uglavnom uspješno završena, i to tako, da su do decembra 1952 god. tri petine svih bombardiranih stanova bile obnovljene, a štete na cestama i komunalnim instalacijama potpuno uklonjene.

Planiranje novogradnja bilo je mnogo složenije. Ubrzo poslije Drugog svjetskog rata postavljena je opća linija izgradnje s ovim osnovnim principima: smanjiti gustoću stanovnika na 400—500 po ha, odijeliti površine grada po namjeni, uklopiti grad u regionalni plan, osigurati zelene površine i graditi komfornije stanove. Na taj se način nije vodilo računa samo o suvremenom rješavanju pitanja stanova i stambenih blokova, nego se pristupilo rješavanju problema, koji zahvaćaju čitav grad.

Programatske osnove te izgradnje poznate su pod nazivom »program od 8 točaka socijalne gradske izgradnje u Beču.«

Zbog interesantnosti donosimo taj program u cijelosti:

»1. Stambena struktura našeg grada je pogrešna i mora se iz temelja promijeniti.

Tri četvrtine naših stanova su mali i najmanji stanovi — mnogi od njih bez predsoblja, vode, zahoda, svijetla, zraka i sunca. Tu treba temeljito pomoći. Socijalna izgradnja stanova mora se razviti u socijalnu izgradnju grada.







Stambeni blokovi iz perioda 1923—1934

Za vrijeme diktature od 1934—1944 g. gradi se malo stambenih i komunalnih objekata. Pri kraju rata 1944/45 bombardiranjem su porušeni pojedini kvartovi i pojedine zgrade na teritoriju Beča. Nastao je nov problem: s jedne je strane bilo premalo porušeno, da bi se moglo prići potpuno novoj izgradnji pojedinih četvrti, a s druge je strane bilo previše porušeno, da bi se mogli obnoviti samo pojedini porušeni objekti. Ukupno je za vrijeme rata porušeno i onesposobljeno za upotrebu oko 100.000 stanova.

U takvoj situaciji morao je grad Beč nakon rata rješavati veoma složene probleme stambene izgradnje, koji su se sastojali u planiranju obnove, planiranju novogradnja i rješavanju problema asanacije.

2. Radna mjesta našeg stanovništva moraju se sve više premještati na najsvrsishodnije dijelove gradskog područja.

Treba težiti da dođe do sistematskog odjeljivanja industrijskih i stambenih četvrti; nove industrije treba da ubuduće nastaju samo u industrijskim zonama; stare industrije treba po mogućnosti što prije premjestiti. Naročitu pažnju valja posvetiti uređenju lučkog područja.

3. Pregusta izgradnja u izvjesnim gradskim područjima mora se smanjiti i grad planski razrijediti.

Unutar grada valja stvoriti nove zelene površine i slobodne prostore za igru, sport i odmor; pregusto izgrađena područja ne moraju ubuduće bezuvjetno ostati građevna zemljišta.

4. Naš grad mora se proširiti novim manjim gradovima.
U njima treba podignuti sve privredne, kulturne i socijalne ustanove i najmodernija radna mjesta; program stambene izgradnje i premještanje industrije treba uključiti u taj razvitak.

5. Grad mora provoditi aktivnu zemljišnu politiku.
Komunalna zemljišna politika mora omogućiti osnivanje velikih zaokruženih četvrti, koja odgovaraju najnovijim tekovinama izgradnje gradova.

6. Pojas šuma i livada valja bezuvjetno održati.
Divlja naselja moraju se sanirati. Ona su često samo prikrita naselja bijede koja zbog neekonomičnosti njihovog priključivanja uzrokuju stalno velike privredne gubitke: uređen grad ne smije imati neuređenu izgradnju!
Slobodne površine u pojasu šuma i livada, važne za odmor građana, ne smiju im se nedozvoljenom izgradnjom oduzeti.
Mi gledamo u detaljnoj razradi bečkih zaštitnih propisa za zaštitu Bečke šume i dunavskih livada jednu od naših najvažnijih zadaća u izgradnji grada.

7. Probleme prometa našeg grada riješiti prema najnovijim spoznajama nauke o prometu.
Promet u Beču ne smije postati sam sebi svrhom. Uz najveću sigurnost vožnje treba za sve vrste saobraćaja osigurati jednakomjeran tok, a svim učesnicima prometa po mogućnosti najveću brzinu.

8. Mi želimo zamisao nacionalnog plana odgovarajućim mjerama ostvariti na području našeg grada tako, da što svrsishodnije i bolje iskoristimo njegovo zemljište.
Navedenih 8 točaka su naši najvažniji planski ciljevi u narednim desecima godina, da bi Beč učinili zdravijim, boljim i ljepšim.«

Prema tim principima izgrađeno je do 31. III. 1958. g. na 92 razna gradilišta 46 989 novih stanova, a 10 013 stanova nalazilo se u izgradnji. Prosječno se godišnje izgradilo 5000 stanova. Ti stanovi pokazuju znatan napredak prema predratnoj izgradnji.

Prosječna površina stana je 54 m², mjesto gradnja u blokovima gradi se u slobodnim nizovima, mjesto superblokova grade se manji tipovi zgrada. Na mnogim se mjestima grade stambene zajednice ili t. zv. »susjedstva« s miješanim tipovima zgrada, t. j. stambeni blokovi izmiješani su sa zelenim površinama, s obiteljskim kućama u vrtovima do 200 m², ili s dvokatnicama i trokatnicama, uz koje su prizemnice za stare parove.

Iskorištavaju se slobodni prostori u gradu, jer je to jeftinije nego otvaranje potpuno novih površina. Gradnja novih naselja predviđena je tek u budućnosti.

Pri gradnji stanova upotrebljavaju se strogo tipizirani elementi koji, međutim, omogućuju velik broj varijacija.

Svaki stan ima plinski štednjak, elektriku i tekuću hladnu i toplu vodu. Mjesto da se grade javna kupališta, svaki stan dobiva svoju kupaonicu ili prostoriju za tuš. Grije se s individualnim pećima; centralno grijanje zasada nije predviđeno. Liftova nema, ali u zgradama sa više od 4 kata ostavljeno je okno za lift. Raspored stanova po veličini vidi se iz ove tabele.

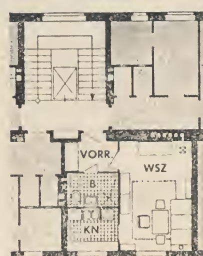
SOCIJALNI STAMBENI PROGRAM GRADA BEČA

(Tipovi, veličine i procentualni udio)

Tip	Prostorije	Površina	Postotak
A	SPB KN, P, KP+WC	26,0 m²	10%
B1	SPB KH, P, KP, WC, IZ	36,5 m²	10%
B	SB — SP KH, P, KP, WC, IZ	51,5 m²	35%
C	SB — SP — SD KH, P, KP, WC, IZ	63,0 m²	35%
D	SB — SP — 2SD KH, P, KP, WC, IZ ili 1 SD + 1 SR	76,5 m²	10%
	Prosječna površina	54,0 m²	

KH — kuhinja
KP — kupaonica
IZ — izba
P — predsoblje
KN — niša za kuhanje
WC — zahod
SPB — soba za boravak i spavanje
SB — soba za boravak
SP — spavaonica
SD — dječja soba
SR — soba za rad

TIP A 26,00 m²



10% stanova

TIP B1 36,50 m²



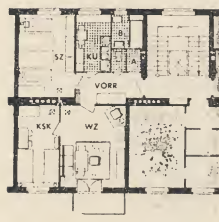
10% stanova

TIP B 51,50 m²



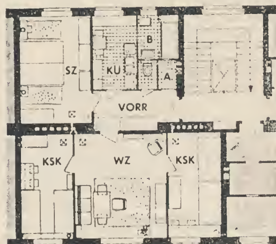
35% stanova

TIP C 63,00 m²



35% stanova

TIP D 76,50 m²



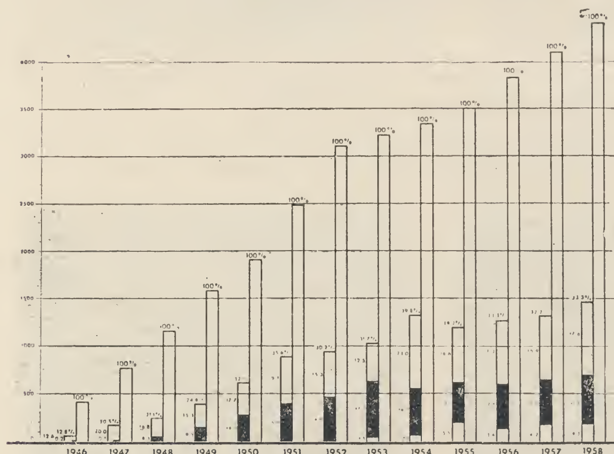
10% stanova

Tipski tlocrti stanova

Na cca 25 stanova dolazi po jedna mehanizirana praonica rublja s mašinom za pranje, centrifugom i sušionicom.

Stanarina u novim stanovima određuje se na ovaj način: za 1 m² — 1 š za održavanje (ateljei 1,50 š, dućani 2,— š, za mansarde s kosim krovom 20% manje) (1 šiling = 25.— din)); usto dolazi 0,25 š za porez, 0,47 š za komunalne usluge, 0,45 š za mehaniziranu praonicu rublja (odnosno 0,18 š za malu praonicu). Tako se dobiva ukupna stanarina (sa svim pristojbama) od 2,17 š (54,— din) po m², ili za prosječan stan od 54 m² iznosi stanarina 117 šilinga (3000.— din).

UDIO GRAĐEVINSKIH TROŠKOVA U BUDŽETU GRADA BEČA



Velike kolone: Ukupni budžet grada Beča
Crne kolone: Izdaci za izgradnju socijalnih stanova
Iznad crnih kolona: Izdaci za građevinske radove bez stambene izgradnje
Ispod crnih kolona: Zajmovi građanima za gradnju stanova

Raspodjelu stanova vrši općina Beč, i to tako, da se u prvom redu uzimaju u obzir prilike, u kojima žive podnosioci molbi za stan, pa oni, kojima je stan potrebniji, dolaze prije na red. Tokom 1957. god. 52% stanova dobili su radnici, a ostalo namještenici i drugi građani.

Gradska općina vrši finansiranje stambene izgradnje iz svog budžeta. U god. 1957. na gradnju stanova utrošeno je 11,6% ukupnog gradskog budžeta. Pored toga općina daje pojedinim građanima dopunska sredstva za gradnju stanova u vidu zajmova.

Prosječno koštanje jednog stana: 1 m³ ograđenog prostora — 390—400 š, 1 m² stambene površine — 2000 š. Prosječna cijena jednog stana od 54 m² je 100.000 š (2,500.000.— din).

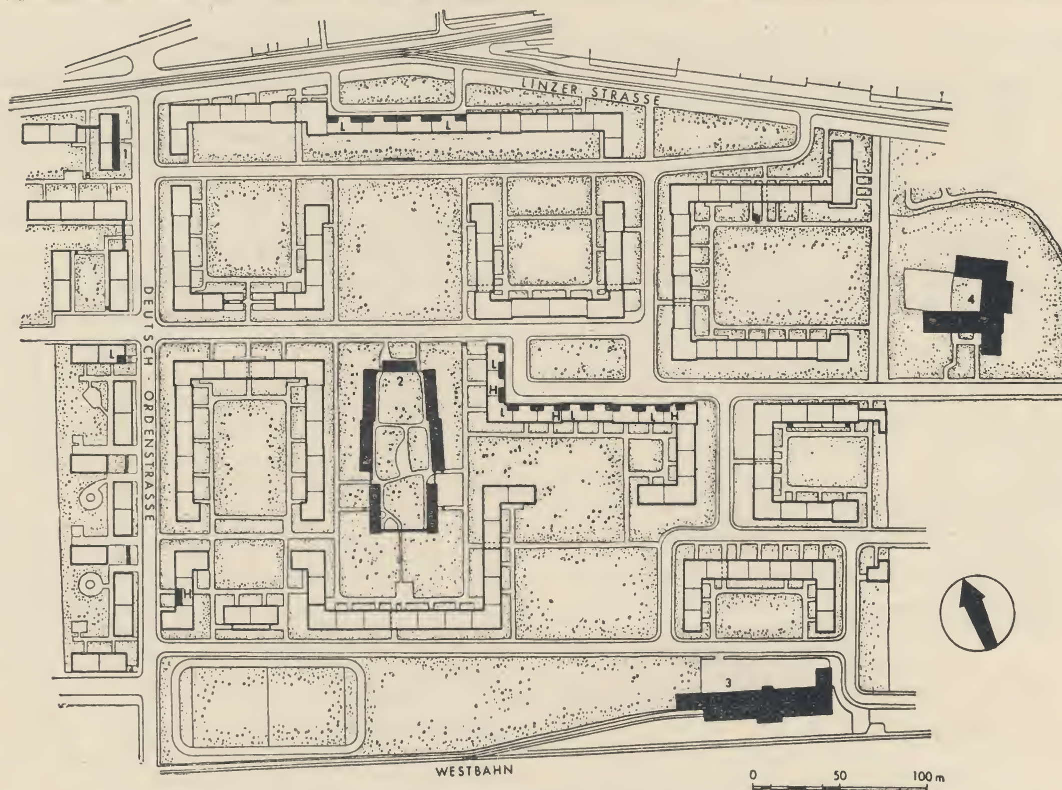
Istodobno s planiranjem stanova planira se mreža socijalnih ustanova i zgrade za sitni obrt. Od 1945. do februara 1958. g. izgrađeno je 28 novih obdaništa, a 12 se nalazilo u gradnji. (Čitav grad je ukupno imao u pogonu 161 obdanište). U isto je vrijeme izgrađeno 18 novih škola sa 201 odjelenjem i 11 školskih paviljona s 31 odjelenjem.

Izgrađuju se igrališta, sportski objekti (veliki stadion, palača sportova), kupališta. Na jednom je otoku Dunava izgrađeno novo, vrlo moderno kupalište »Gänsehäufel«, sa 1,2 km dugom plažom za 35 000 ljudi.



Kupalište »Gänsehäufel«

Jedan od najvećih problema za grad Beč čini onaj veliki dio postojećih stanova, koji, kao što smo već naprijed spomenuli, ne odgovara ni najminimalnijim higijenskim uslovima. Taj se problem rješava planskim asanacijama, i to tako, da se određuju pojedine četvrti, u kojima će se asanacije izvršiti. U tim se četvrtima ruše do temelja pojedine kuće ili blokovi kuća i izgrađuju nova naselja po principima, po kojima se podižu nove stambene četvrti. Detaljnim izmjerama i analizama današnjeg stanja došlo se do zaključka da je asanacija potrebna u 60 gradskih četvrti sa 230 000



Tlocrt naselja »Hugo Breitner-Hof«
1 Ambulanta — 2 Domovi za starce — 3 Remiza — 4 Dječja obdaništa — L Dućani — H Radionice



Hugo Breitner-Hof

stanova; od toga 26 četvrti imaju preko 50% stanova, koji higijenski ne zadovoljavaju. U nekim je četvrtima takva asanacija već u toku, kao na pr. u Alt-Erdbergu, s izgradnjom 900 novih stanova.

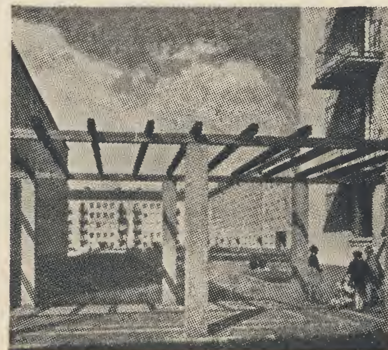
Ima nekoliko rješenja, prema kojima se grade nova naselja odnosno vrše asanacije starih četvrti. Takva se rješenja razlikuju po veličini naselja, po veličini zgrada u naselju i po načinu same izgradnje.

Postoje velika naselja, kao na pr. »Hugo Breitner-Hof«. To naselje ima ukupnu površinu od 190 841 m², izgrađenu površinu od 29 825 m², sa 1521 stanom. U naselju je sektorska ambulanta sa 2 liječnika, gradska knjižnica, jedan dječji vrtić i jedno obdanište, naselje za starce s 24 stana, 12 obrtničkih radnja i 29 dućana.

Velika naselja koja se sastoje od kuća na 5—6 katova, prilično gusto postavljenih, s malim zele-







Velika naselja

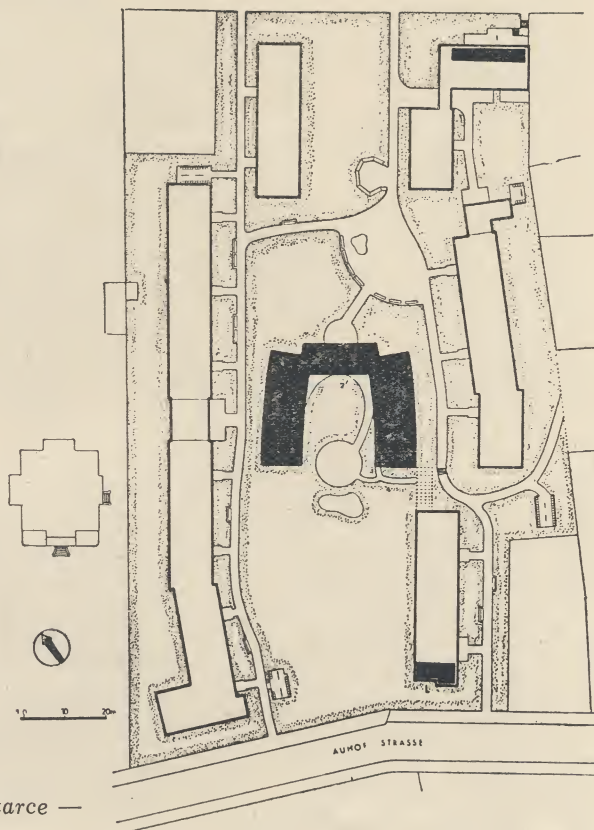
nim plohama nisu idealno rješenje. Međutim takva izgradnja je najjeftinija, pa se u Beču mnogo primijenjuje, da bi se što prije i sa što manje sredstava ublažila jaka stambena kriza.

Jedno od rješenja izgradnje naselja su stambeni blokovi, kao na pr. »Steinitzhof«. Ukupna površina mu je 17 679 m², izgrađena površina 4 162 m², sa 265 stana. Od socijalnih ustanova naselje ima nastambu za starce sa 14 stanova, a od javnih zgrada jedno radničko sveučilište i jedan dućan.

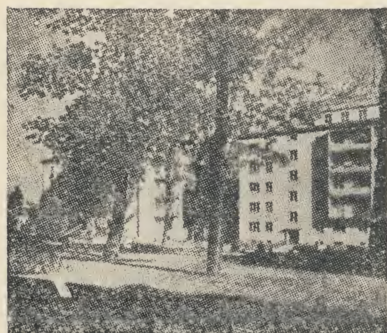
Rješenje, koje se prilično razlikuje od zatvorenog stambenog bloka, jest t. zv. izgradnja u otvorenim nizovima. Tim sistemom nestaju zatvorene ulične fronte, a neizgrađene slobodne površine, koje su prije služile kao dvorišta pojedinih kuća, postaju javno dobro. Redovi kuća postavljaju se okomito na smjer ulice. Između pojedinih redova su prilično široki međuprostori koji se uređuju kao vrtovi i djeluju poput širokih zelenih ulica. Takva izgradnja razbija monotoniju i dobiva se dojam da je grad smješten u vrtovima.

Prema periferiji grada podižu se srednja i mala naselja u kojima su zgrade manje.

Pored navedenih tipova naselja, grade se mjestimice i uzorna naselja koja po veličini približno



Tlocrt naselja »Steinitzhof«
1 Radničko sveučilište — 2 Domovi za starce — L Dućani



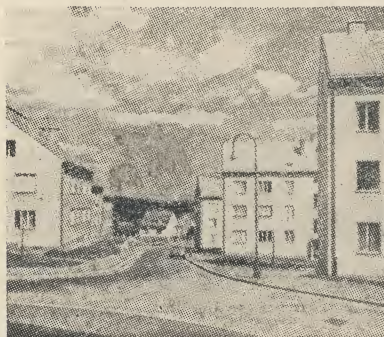
Detalj iz »Steinitzhofa«



Jedno rješenje stambenog bloka



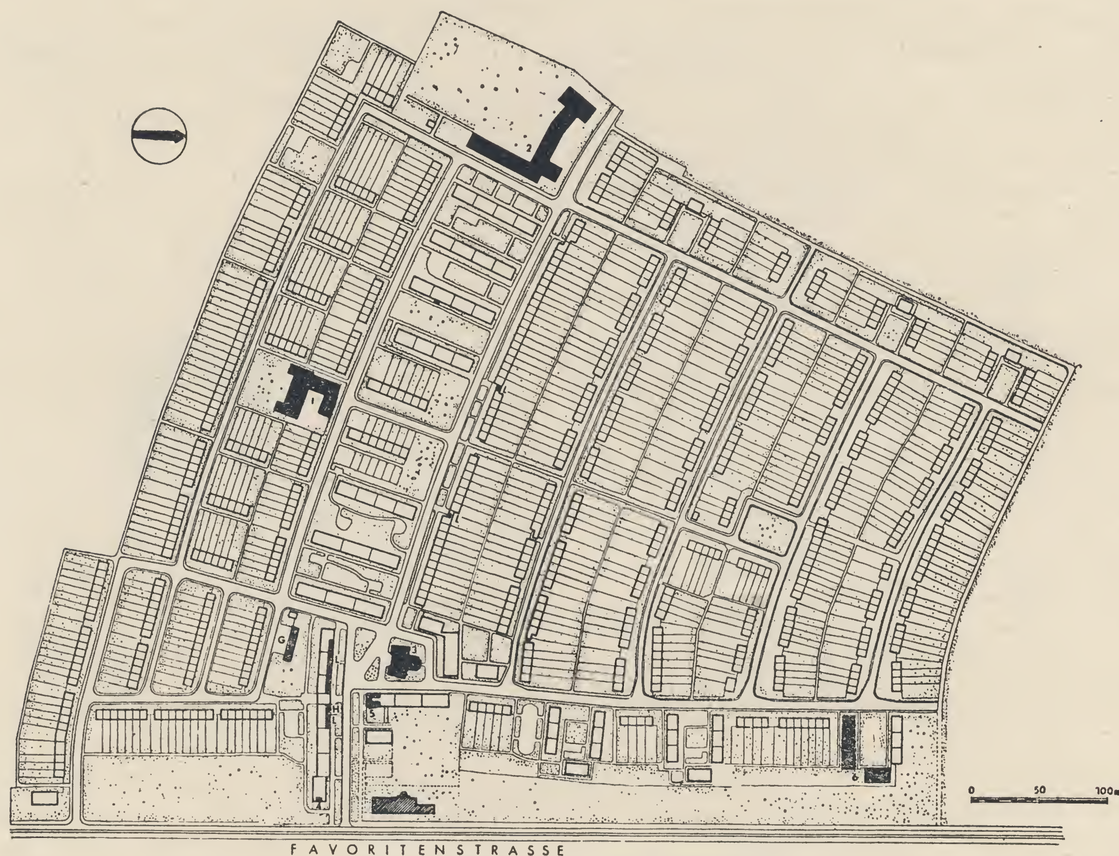
Jedno rješenje izgradnje u otvorenom nizu







Razna rješenja srednjih i malih naselja

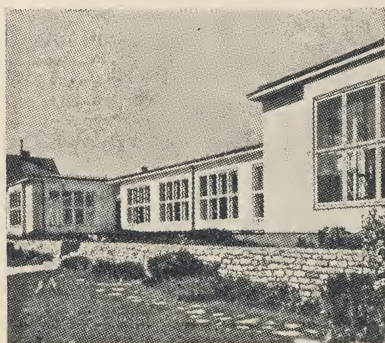


Tlocrt naselja »Per Albin Hansson«
1 Dječja obdaništa — 2 Osnovna škola — 3 Dom kulture — 4 Policija — 5 Gostionica — 6 Ekspozitura osnovne škole — G Garaže — L Dućani







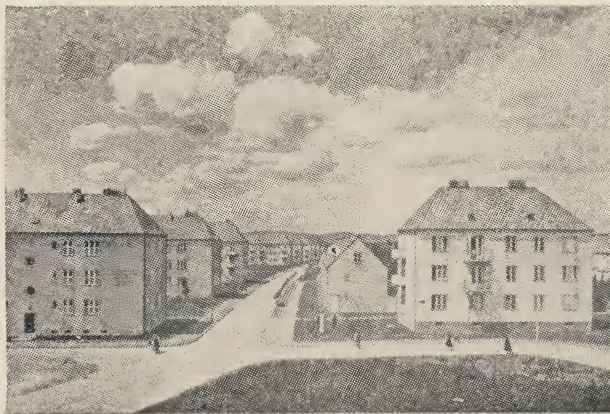






Trgovački centar, osnovna škola, dječje igralište, dječji vrtić, ambulanta i narodni dom naselja »Per Albin Hansson«

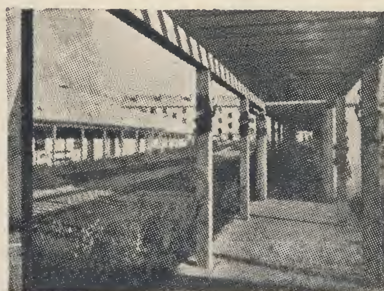
odgovaraju našim mikrorajonima. Jedno od najuspjelijih je »Per Albin Hansson naselje«. To naselje građeno je 1947.—1951., a prošireno 1954.—1955. god. Ukupna površina mu je 279 694 m², a izgrađena površina 44 162 m² sa 1032 stana. Od javnih ustanova ima školu sa 16 učionica, dječji vrtić, dom kulture i ambulantu s jednim liječnikom. Nadalje ima 9 dućana, 1 garažu sa 7 boksova, 2 radionice, jednu gostionicu i policijsku stanicu. Ovo se naselje nalazi na južnom rubu grada, koji je predviđen kao dio rekreacionog područja, pa se okolina naselja pošumljuje. Od svih novih stambenih naselja »Per Albin Hansson«-naselje najbolje izražava nastojanja grada Beča da ne gradi radi reprezentacije, nego da živom čovjeku stvori zdravu okolinu za život.



Naselje »Per Albin Hansson«



Dvokatnica na periferiji



Nastamba za stare ljude na periferiji



Niz višespratnih kuća sa garažama

Pri stambenoj izgradnji u Beču strogo se vodi računa o tome, da se gradi što veći broj stanova sa što manje finansijskih sredstava. Zbog toga se veoma mnogo viđaju jednostavne i jeftine fasade i veoma jeftina unutratrašnja rješenja.

AKUMULACIONE BRANE NA NILU

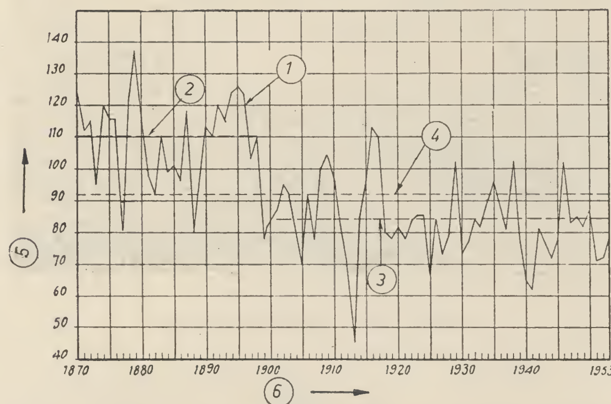
(Utisci s puta po Egiptu)

Dr. Ing. **Ervin Nonveiller**, Zagreb

Nil, najdulja rijeka na svijetu, već je u pradavno vrijeme bio kolijevka jedne velike civilizacije i podloga za bogatstvo i moć Egipta. Za vrijeme poplave on je taložio velike količine plodnog mulja, koji je, uz pogodnu klimu, osiguravao velike poljoprivredne prinose na tlu, koje bi inače bilo neplodno i pusto. Umjetnost navodnjavanja tla bila je temelj privrednog života Egipćana. Oni su već davno prije naše ere bili riješili i pitanje akumuliranja vode za natapanje u vrijeme niske vode Nila. U tu svrhu gradio je faraon Amenemhet III. 1800 g. p. n. e. uređaje za sprečavanje oticanja poplavne vode iz prirodne depresije kod jezera Moeris u Fayoum-u. Tako akumulirana voda ispuštala se iz te doline pomoću zapornica za vrijeme ljetne suše. Postepeno dizanje tla zbog taloženja mulja, praćeno produbljivanjem korita Nila, uvjetovalo je promjenu tako stvorene ravnoteže iskorištenja vode. Uređaji za akumuliranje i za natapanje pomalo su propadali, a veći dio u staro doba plodne doline ponovno se pretvorio u pustinju.

Stalan porast stanovništva iziskivao je i sve intenzivnije iskorištavanje raspoloživih plodnih površina, a sve nove obradive površine morale su se privoditi upotrebi. Tako je u novije vrijeme ponovno rasla potreba vode za natapanje u vrijeme ljetne suše, pa je krajem prošlog vijeka tražena mogućnost, da se na Nilu akumulacijom na pogodnom mjestu osigura voda za razvoj poljoprivrede. Građenjem brana na srednjem i donjem toku Nila dignut je nivo rijeke i spriječeno nekontrolirano oticanje u Sredozemno more. Nil dobiva svu vodu koja dolazi u Egipat iz područja tropskih ekvatorijalnih planina oko jezera Viktorija, Tana i Rudol-

fova jezera; u samom Egiptu gotovo nikada nema kiše, pa na njegovu teritoriju nema dotoka u Nil, nego se protok smanjuje prema ušću; ponekad voda iz Nila uopće ne utiče u more.

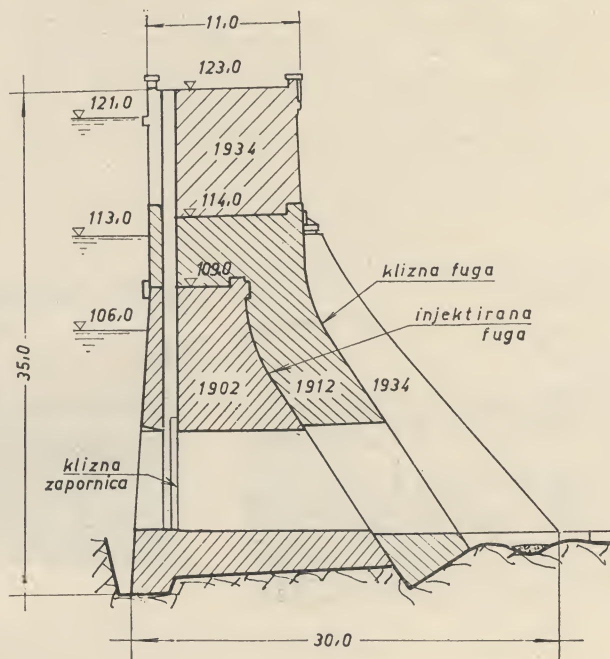


Sl. 1 — Dijagram ukupnog protoka Nila kod Aswana 1. krivulja protoka, 2. prosječni protok 1870—1898, 3. prosječni protok 1899—1953, 4. prosjek svih godina, 5. protok u milijardama m³, 6. godine.

Godišnje varijacije protoka Nila za posljednjih 83 godine prikazane su na dijagramu, sl. 1; ekstremni godišnji protok kreće se između 139 milijardi m³ 1879. i 44 milijarde m³ 1913. U promatranom periodu pada srednji godišnji protok sa 110 milijardi m³ za prvih 28 godina na 84 milijarde za narednih 54 godine, pojava čiji uzroci još nisu potpuno objašnjeni.

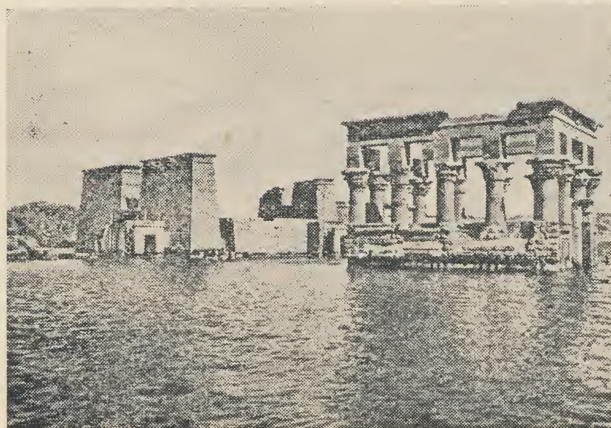
Godišnje varijacije vodostaja Nila i linija potrebe vode za natapanje, imaju maksimum u različito vrijeme, pa se bez akumuliranja vode ne može razviti uspješna poljoprivredna djelatnost. Nakon opsežnih studija odlučeno je da se sagradi gravitaciona masivna brana kod prvog katarakta Nila kod Aswana. Tu je rijeka usječena u slojeve granita, pa je tlo vrlo pogodno za fundiranje tako velike brane.

Brana kod Aswana sagrađena je između 1898. i 1902. godine od lomljenog granita s cementnim malterom 1 : 4. Sagrađena je od onog istog ružičastog granita, koji je još u vrijeme faraona služio za izradu veličanstvenih spomenika, kojima se još i danas divimo. Bilo je predviđeno, da se voda u jezeru uspori na kotu 114 m nad morem, da bi se dobila što veća sadržina. No konačni projekt izrađen je za uspor na koti 106 m, jer arheolozi nisu pristali, da se potopi poznati stari egipatski hram kod Philae (File) (sl. 2).

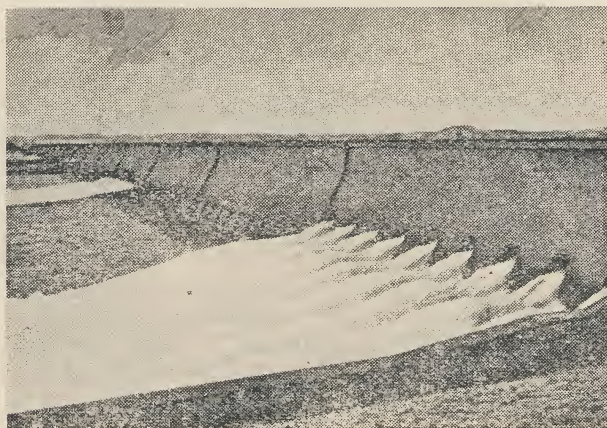


Sl. 3 — Poprečni presjek brane kod Aswana s nadvišenjima

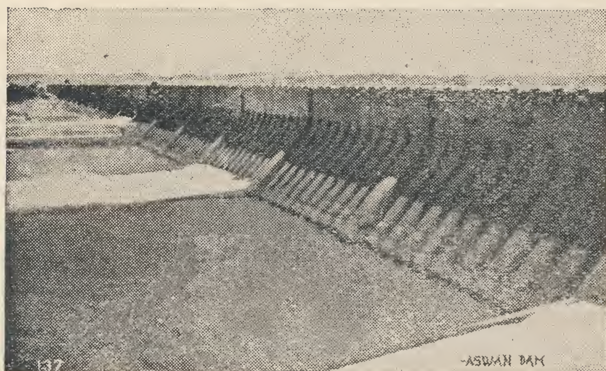
Poprečni presjek brane prikazan je na slici 3, a gotova brana na sl. 4 i 5. Duljina brane iznosi 1890 m i ima 180 otvora za ispuštanje vode. Sagrađena je kao masivni blok bez poprečnih dilatacionih fuga. Nakon što je za vrijeme poplave prvi put puštena voda kroz otvore u brani, nastala je veoma jaka erozija slabijih površinskih slojeva granita, pa se dno moralo naknadno pojačati kamenom



Sl. 2 — Izisin hram kod Philae povremeno je potopljen u Aswanskom jezeru



Sl. 4 — Pogled na branu kod Aswana prije nadvišenja



Sl. 5 — Pogled na branu kod Aswana nakon drugog nadvišenja

oblogom. Uslijed promjene temperature zimi i ljeti pojavila se na gornjem dijelu brane 81 pukotina širine između 1 i 2 mm, maksimalna promjena duljine brane na visini krune uslijed temperaturnih razlika iznosi ukupno 93 mm.

Nakon dovršenja brane nadošla je serija sušnih godina, pa se uskoro počela proučavati mogućnost njenog povišenja. Prvi put brana je povišena već od 1908. do 1912. godine, kad je kruna brane dignuta na kotu 114 m n. m. Presjek brane pojačan je dodatnim zidom na nizvodnoj strani. Između starog i novog dijela presjeka ostavljena je fuga 15 cm širine, a kosi kameni zid poduprt je mnoštvom željeznih šipaka. Ta je fuga injektirana cementnim malterom tek dvije godine nakon dovršenja radova, kako bi se spriječila parazitna naprezanja između starog i novog dijela brane i omogućilo zajedničko statičko djelovanje cijelog presjeka. Kasnija kontrolna mjerenja su pokazala, da je to u cjelini i postignuto.

Prije dizanja nivoa jezera na novu kotu pojačani su i rekonstruirani temelji hrama kod Philae, pa su i arheolozi privolili, da se taj vrijedni spomenik stare egipatske kulture povremeno potopi.

Drugi je put brana povišena 1928. godine na kotu krune 123 m n. m. Tako je zapremnina akumulacije povećana s prvobitnih 1.000 hm^3 najprije na 2.000 hm^3 i konačno na 5.000 hm^3 (1 $hm^3 = 1$ milion m^3). Drugo povišenje izvršeno je na nešto neobičan način. Nizvodna strana brane opterećena je pilastrima između otvora za ispuštanje vode (sl. 3, 4 i 5), a vertikalni dio je dozidan. Na dodirnim plohama tih pilastara s nizvodnim licem zida izrađena je klizna fuga vrlo skupe izvedbe — pomoću ploča od nehrđajućeg čelika — da bi se tako svela na najmanju mjeru parazitna naprezanja, koja bi mogla izazvati pukotine u izmijenjenom ziđu brane. Tako izrađeni pilastri djeluju dakle samo kao gravitacioni dodatak prvobitnom profilu brane i ne prenose direktno dio tlaka vode na temeljno tlo.

Tako je brana na Nilu kod Aswana ušla u historiju građevinarstva ne samo kao jedna od prvih velikih brana na svijetu, nego i kao jedan od relativno rijetkih primjera naknadnog povisivanja brane.

Bilo je projektirano i treće povišenje za 11 m. Taj je projekt međutim odbačen, jer bi se u tako stvorenom većem jezeru morale zadržavati i mutne vode u početku poplave, koje se sada propuštaju kroz branu, pa bi se korisni akumulacioni prostor ubrzo zamuljio i osjetno smanjio.

Nakon 55 godina pogona ta velika brana danas pokazuje znakove starenja. Veoma meka i nešto kisela voda Nila prodire u fuge, ispire vapno iz maltera, koji postaje sve propusniji i gubi čvrstoću. Istražna bušenja su osim toga pokazala, da na nekim potezima djeluje na temeljnu fugu uzgon znatno veći od predviđenog, što smanjuje stabilnost brane. U vrijeme građenja brane nije još bila poznata tehnika injektiranja, pa ispod nje nije nepropusna zavjesa. Interesantno je, da velika naslaga mulja ispred brane nije doprinijela zaptivanju temelja.

Sada je u toku naknadno injektiranje zida i temelja brane sa dvostrukom svrhom, da se smanjenjem propusnosti ziđa spriječi daljnje izluživanje maltera, i da se izradom injektirane zavjese kroz gornje propusnije slojeve granitne stijene ispod temelja smanji uzgon.

Uz lijevu obalu smještena je peterostepena prevodnica za plovidbu. Nešto dalje od brane tu je također smještena velika hidroelektrana, koja će uskoro biti dovršena. To će biti znatan izvor energije za Egipat, koji inače nema većih prirodnih energetskih izvora. Građevne radove na toj hidroelektrani izvode inozemna poduzeća. Na gradilištu radi pored savremene mehanizacije i veći broj domaćih radnika na tradicionalan način, kojim se je radilo još u vrijeme faraona.

Današnje mogućnosti iskorištenja i reguliranja vode Nila nisu više dovoljne za daljnji razvoj privrede Egipta, pa se već dugo traže druga rješenja za ostvarenje jednog velikog akumulacionog basena za višegodišnje izravnanje. Time bi se izbjegle katastrofalne suše i poplave, koje su u više mahova poharale poljoprivredne kulture u Egiptu. Građenje brana u području gdje Nil dobiva vodu, na velikim tropskim jezerima, nije u kompetenciji Egipta, koji je najvitalnije zainteresiran za rje-



Sl. 6 — Kod mjesta nove brane granitne stijene izbijaju na površinu kroz žuti pustinjski pijesak

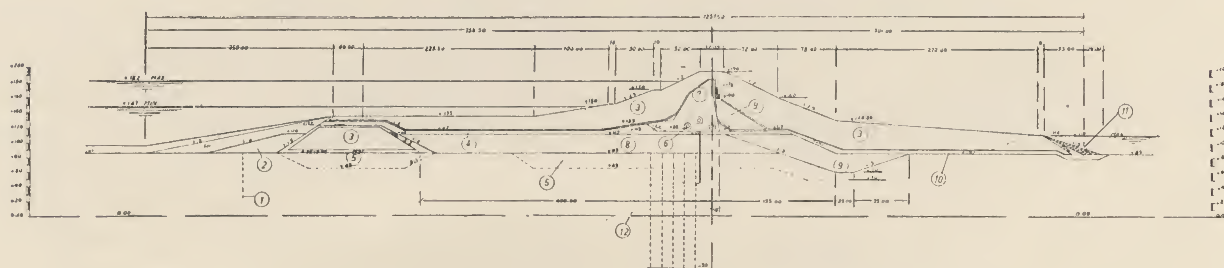


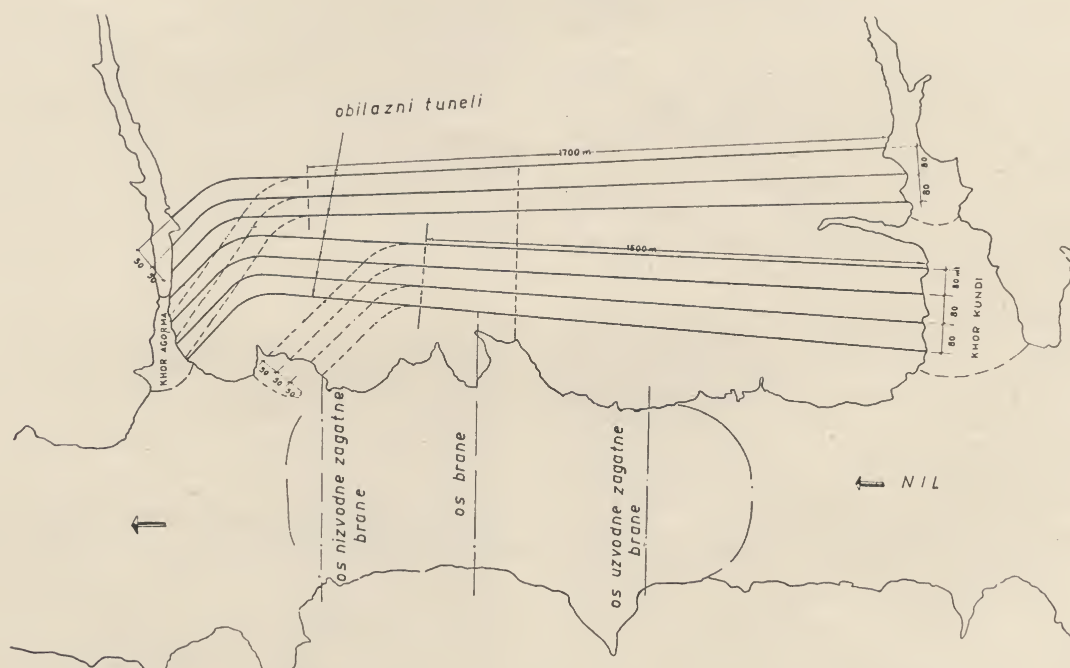
Sl. 7 — Pogled s profila nove brane na sadašnje Aswansko jezero

šenju tog pitanja. Zato je tražena mogućnost rješenja na njegovu teritoriju, i nakon svestranih studija našlo se mogućnosti za građenje jedne velike brane cca 6 km uzvodno od postojeće brane kod Aswana.

Sadd-el-Aali, Velika Brana, projektira se od 1952. godine, kad je Hochtief i Dortmunder Union dobio nalog, da počne istraživanja i bušenja te da izradi odgovarajući projekt brane. Godine 1954. bili su gotovi projekti za veliku nasutu branu. Za uži izbor mjesta građenja prethodno je ispitan dulji potez Nila uzvodno od Aswana, gdje je njegovo korito duboko usječeno u granitne stijene, koje se na širokom području probijaju i kroz žuti pustinjski pijesak (sl. 6 i 7). Nakon komparativnih studija pala je odluka za profil, koji leži cca 6 km uzvodno od postojeće brane kod Aswana. Tu su na desnoj obali dvije duboko usječene poprečne doline, koje su vrlo prikladne za smještanje ulaza i izlaza obilaznih tunela, kojima će za vrijeme gradnje teći sva voda Nila (sl. 8).

Korito Nila tu se duboko usjeklo u temeljnu stijenu. Kasnije je taj usjek opet zasut aluvijalnim materijalom, koji danas tvori naslage šljunka, pijeska i glinovitih materijala debljine oko 200 m. Naslage su djelomično dosta propusne, kako se vidi na geološkom profilu sl. 9.





Sl. 8 — Poprečni presjek i tlocrt nove brane Sadd-el-Aali
1. injektirana zavjesa, 2. pijesak, 3. nasip od kamena, 4. vibrirani nasip od pijeska, 5. vibrirana podloga, 6. kontrolna galerija, 7. jezgra od gline, 8. glina s kamenom, vibrirana, 9. krupni pijesak, vibriran, 10. filtar, 11. kamen, 12. glavna injektirana zavjesa.

Dva pitanja je trebalo podrobno ispitati: mjere za sprečavanje procjeđivanja ispod brane i regresivne erozije podloge, koja može izazvati mjestimični lom tla i dopušteno opterećenje tla. U slučaju Sadd-el-Aali skrupulozno se zahtijeva apsolutna sigurnost objekta s obzirom na iznimno značenje, koje voda ima za zemlju i s obzirom na to, da bi katastrofa na brani uništila cio Egipat.

Nakon što su 1954. godine bili gotovi prvi projekti obrazovala je Egipatska vlada komisiju, u koju su ušli poznati svjetski stručnjaci: K. Terzaghi, A. Coine, L. G. Straub, I. C. Steele i H. Preuss, sa zadatkom da pregledaju predloženo rješenje i dadu mišljenja i sugestije za definitivni projekt brane. Ta je komisija posvetila veliku pažnju upravo pitanju temeljenja brane i spriječavanja procjeđivanja ispod nje. Svi su konzulenti, osim jednog, bili mišljenja, da branu treba snabdjeti dvostrukim uređajima za odbranu od podviranja: nepropusni nasip na dnu korita uzvodno od jezgre za produljenje filtracionog puta s filterskim uređajima na nizvodnoj strani za sprečavanje iznošenja sitnih čestica tla, kao prva linija odbrane i duboka injekciona zavjesa ispod jezgre koja zatvara filtracione puteve kao druga linija odbrane. Za razliku od toga jedan je konzulent uporno zastupao mišljenje, da filtracione puteve treba potpuno presjeći izradom masivnog zida od betona, koji seže do čvrste stijene.

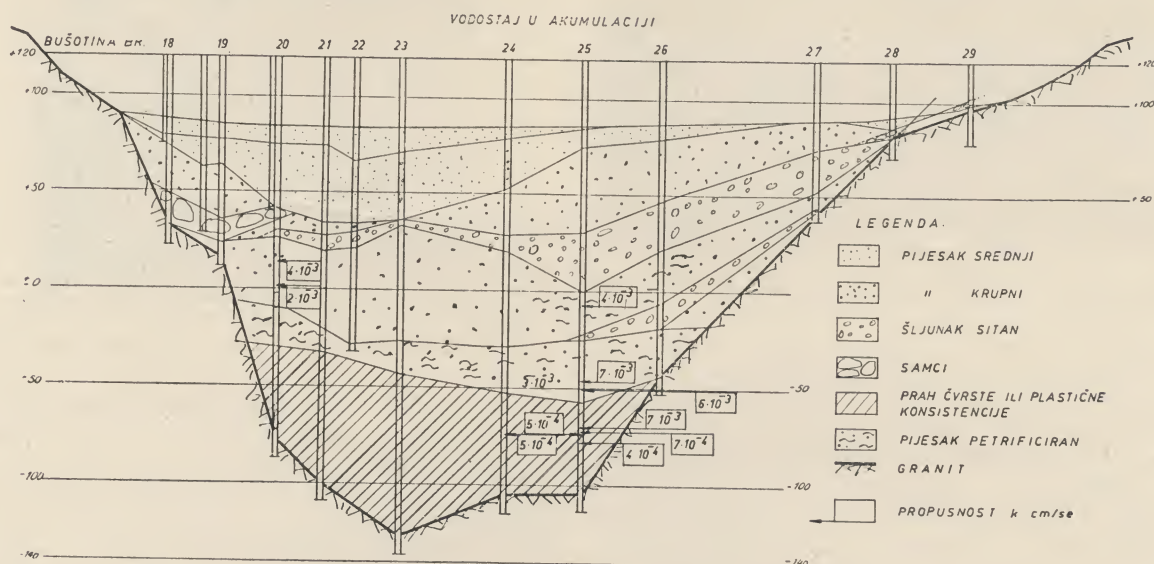
Veliku pažnju posvetili su konzulenti i pitanju sigurnosti u slučaju bombardiranja iz zraka. Predložili su izradu armiranog betonskog zida uz gornji dio jezgre, ali su preporučili i spušanje nivoa jezera na znatno nižu kotu u slučaju opasnosti. Konačni poprečni presjek, koji je rezultat kompilacije između prvobitnog projekta i sugestija konzulenata, prikazan je na sl. 8.

Prema našem mišljenju zahtjev, da se brana osigura od podviranja dvostrukom linijom odbrane, pretjerano poskupljuje branu, a ne daje odgovarajuću veću zaštitu. Kako se vidi iz sl. 8, uzvodni nepropusni sag pokriven je relativno tankim slojem nasipa i može se oštetiti bombardiranjem, u kojem slučaju ostaje injektirana zavjesa kao jedina zaštita, pa ona mora biti apsolutno pouzdana. A ona to i može biti, što dokazuju mnoge uspješno izvedene injektirane zavjese na drugim branama. Naročito je interesantna komparacija sa 130 m visokom branom Serre Pançon na rijeci Durance u Francuskoj, koja leži na sloju aluvijalnog šljunka dubine do 100 m. Tu je izrađena samo injektirana zavjesa kroz šljunak do čvrste stijene, debljine u gornjoj zoni oko 30 m, dok je za Sadd-el-Aali predviđena debljina od 65 m. Odbacivanjem horizontalnog zastora moglo bi se uštediti oko 5 miliona m³ nasipa, a i tuneli bi se mogli skratiti, što bi osjetno pojeftinilo cijeli objekt.

Visina krune brane iznad maksimalne visine usporene vode i širina krune također su neobično velike. I to se opravdava strahom od eventualnih posljedica oštećenja objekta za vrijeme rata. Tako velik oprez razumljiv je, ako se uzme u obzir vanredno značenje, koje voda ima za privredu Egipta i za život u dolini Nila. Sigurno je, da će se ta pitanja još proučavati i da će se na kraju naći optimalno rješenje, koje će uskladiti zahtjev za apsolutnom sigurnošću s razumnom štednjom.

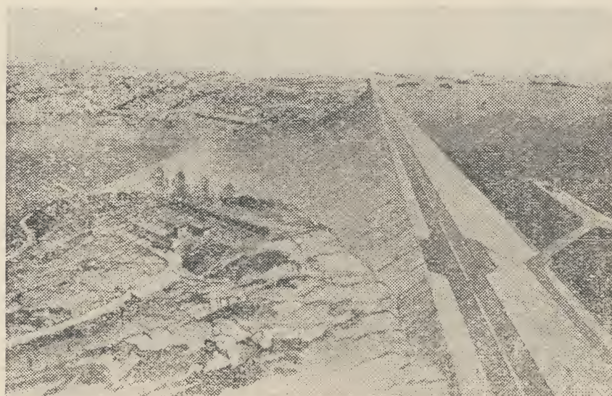
Na lijevoj obali Nila smjestit će se hidroelektrana sa 16 jedinica po 90.000 kW, koja će proizvoditi prosječno oko 10 milijardi kWh godišnje. Na sl. 10 vidimo budući izgled gotove brane prema viziji jednog umjetnika.

Glavne količine radova dat će nam grubu sliku o veličini tog vanrednog zahvata:



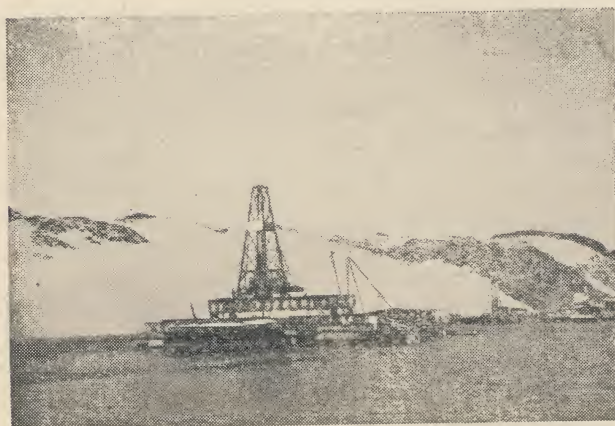
Sl. 9 — Geološki profil u osi brane

— iskop stijene iz obilaznih tunela	7 957 000 m³
— iskop stijene iz tunela za hidroelektranu	9 115 000 m³
— nasip za branu i zagate	43 715 000 m³
— ukupni predviđeni troškovi građenja	110 000 000 E. L.

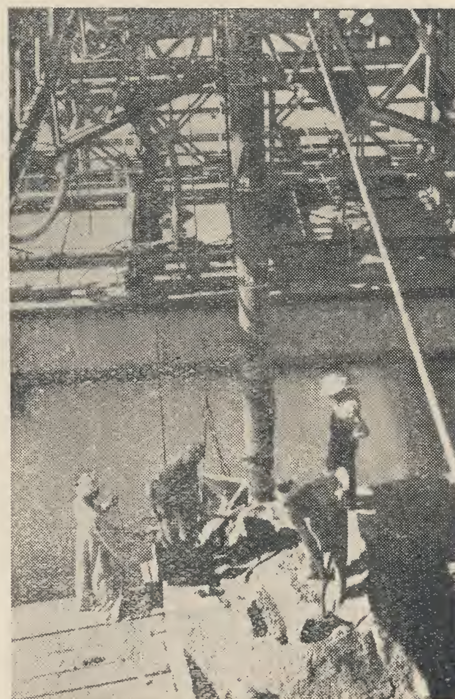


Sl. 10 — Umjetnička vizija nove brane

Kroz posljednje tri godine izvršen je niz daljnjih istraživanja i terenskih opita, da bi se dobili podaci za razradu konačnog projekta brane. Na dva mjesta pokusno je injektirana propusna podloga u koritu Nila ispod buduće brane. Injektiralo se sa splavi kroz skoro 60 m duboku usporenu vodu, i dokazano je, da se tim postupkom smanjuje propusnost podloge na zadovoljavajuću mjeru. Zbijenost pijeska ispod brane ispitana je mjerenjem penetracionog otpora, pa je ustanovljeno, da je pijesak u podlozi dovoljno zbijen. Budući da će se veliki dio nasipa od pijeska izraditi nasipanjem u vodi, trebalo je naći najpogodniji način za njegovo zbijanje. Predložena su dva načina: vibriranje i potresanje nizom malih eksplozija. Ta su dva načina ispitana u jezeru uzvodno od mjesta predviđenog za građenje brane. Na sl. 11 i 12 vide se



Sl. 11 — Splavi s uređajima za pokusno vibriranje podvodnog nasipa



Sl. 12 — Stup vibratora uronjen u podvodni nasip

uređaji, koji su za tu svrhu dopremljeni na gradilište. Najprije je rahlo nasut pustinjski pijesak i ispitan je otpor penetraciji, koji se kretao između 20 i 40 kg/cm². Zatim je u taj nasip uranjan teški električni pervibrator, koji je kod izvlačenja vibrirao nasip. Otpor penetraciji iznosio je nakon vibriranja više od 300 kg/cm², a otpor od 160 kg/cm²



Sl. 13 — Početni radovi na novoj brani — bušenje za planiranje terena za kolonije i puteve

smatra se zadovoljavajućim. Pokus zbijanja eksplozijama dao je također zadovoljavajuću zbijenost, ali je ustanovljeno da je vibriranje ekonomičnije.

Detaljno je ispitana i glina za jezgru brane i izvršen je pokus najboljeg načina njezinog zbijanja.

Građenje te velike brane izvršilo bi se na ovaj način:

Najprije bi se sagradili obilazni tuneli kroz desnu obalu, zatim bi se u usporenoj vodi Aswanskog jezera nasuli uzvodni i nizvodni zagat i tako skrenuo Nil kroz obilazne tunele. Sniženjem vodostaja u Aswanskom jezeru osigurali bi se tako sagrađeni zagati od preplavljivanja, a za regulaciju Nila služila bi i akumulacija stvorena pomoćnim zagatima za novu branu. U tako stvorenoj građevnoj jami normalno bi se dalje gradilo branu u suhome.

Novo jezero iza brane Sadd-el-Aali imat će zapremninu od 130 milijardi m³, od čega mrtvi prostor iznosi oko 30 milijardi m³, što će biti dovoljno za deponiranje nanosa Nila kroz oko 500 godina.*

Pripreme za gradnju Sadd-el-Aali već su u toku. Sagrađena je pristupna cesta do gradilišta i započeto je građenje radne i stambene kolonije za radnike i stručnjake, koji će posvetiti desetak godina života ostvarenju tog gigantskog djela.

Na temelju dosada prikupljenih podataka pripremaju egipatski stručnjaci sada konačni projekt za građenje brane, koja treba da donese veće blagostanje i bolje uvjete života marljivim Egipćanima u dolini vječnog Nila. Sadd-el-Aali nije najveća brana na svijetu, ali nema na svijetu drugog primjera, gdje život jedne cijele nacije potpuno zavisi samo o jednoj rijeci i o jednoj brani.

TEHNIKA VIBRACIJE U ČEHOSLOVAČKOM GRAĐEVINARSTVU

Za vrijeme rata je u okupiranoj Čehoslovačkoj prestala svaka izgradnja, isto tako i uzdržavanje i obnavljanje zgrada. Stoga je nakon rata iskrsla hitna potreba da se izgradi industrija, neophodno potrebna za obnovu privrede, koja je čehoslovačko građevinarstvo postavila pred nove zadatke. Istodobno je nikla jednako hitna potreba izgradnje stanova, komunikacija, te brana i ostalih izvora energije. Da je građevinarstvo ostalo pri starim metodama, ne bi se mogli ispuniti ti zadaci u kratkom roku, s obzirom na nestašicu materijala i radne snage. Zato je trebalo da se u građevinarstvu provede mehanizacija radova, da se ubrzano pronađu nove radne metode, nove konstrukcije, i odgovarajuća sredstva za mehanizaciju. Građevinarstvo je moralo krenuti putem industrijalizacije s novom građevnom tipizacijom i organizacijom.

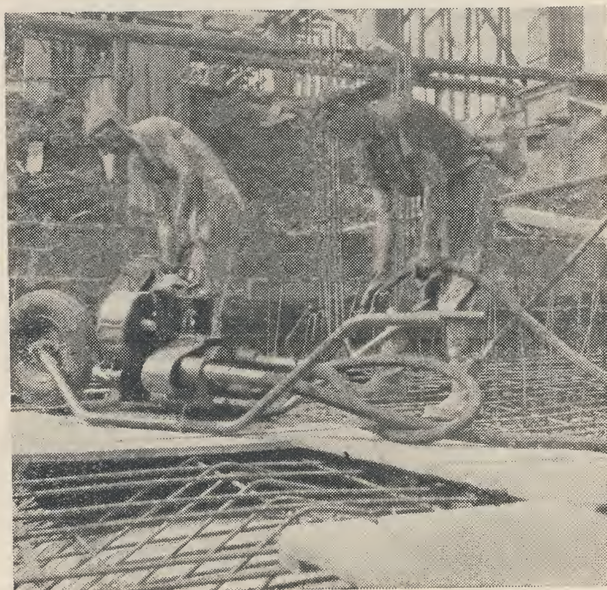
Na tom putu je čehoslovačko građevinarstvo već godine 1946 našlo izvanrednu pomoć u novom mehanizacionom i tehnološkom sredstvu. To je tehnika vibracije, t. j. izazivanje i dirigiranje vibracionih sila, koje prouzrokuju cikličnost naponskog stanja i proces preoblikovanja u građevnim materijalima i dijelovima.

Zahvaljujući toj tehnici, povećao se kvalitet proizvoda i produktivnost rada, postignuta je ušteda materijala i energije, a smanjio se utrošak radne snage i njezin napor. Vibracijom je postignuta bolja kompaktnost betonske smjese u industrijskoj i ambulatnoj proizvodnji betonskih i željezobetonskih dijelova, a zatim i bolja površinska i dubinska kompaktnost raznih nasipa od zemlje i kamena. Vibracija je upotrebljena za stabilizaciju temelja zgrada i komunikacija, razdvajanje i premještanje zemlje i sipkih materija. Primijenjena je za spuštanje pilota i sonda, gradnju i uzdržavanje šljunkastog ležaja željezničkih tračnica, za razvrstavanje, transport i racioniranje sipkih materija, fino mljevenje za aktivizaciju građevnih materija i drugih radnih procesa u građevnoj proizvodnji. U nekim granama vibraciona je tehnika dovela do razvoja novih oblika građevne produkcije i njihovu industrijalizaciju. Za sve te radove proizvode se u Čehoslovačkoj osnovni vibracioni strojevi, vibratori, ponajviše s elektromehaničkim izazivanjem vibracije, na pogon elektromotorom. Stvoreni su i osnovni uvjeti za njihovu masovnu proizvodnju, koja je otpočela uskoro, nakon što je vibraciona tehnika bila uvedena u građevinarstvu. S obzirom na razne primjene, ti se strojevi proizvode u dvije skupine: kao površinski i dubinski vibratori različitih tipova. Svi se vibratori temelje na principu izazivanja vibracije rotacijom ekscentrične mase, koja izaziva vibraciju mase, s kojom je vibrator u dodiru. Površinski vibratori se proizvode u dvije izvedbe: s kružnom vibracijom i s usmjerenom vibracijom (sl. 1). Oni se najviše upotrebljavaju u proizvodnji betonskih i željezobetonskih dijelova, na gradilištima i u industrijskoj proizvodnji. Većinu proizvodnje industrijskih dijelova zasada čine manje prerađevine od lakog betona, koji se proizvode na vibroprešama s površinskim vibratorima, na pneumatski pogon. Priprema se konstrukcija stabilnih vibropreša na hidraulički pogon, zatim konstrukcija velikih elektromehaničkih vibropreša za proizvodnju prerađevina većih razmjera, nad čijom formom se pokreću vibratori, automatizirani elektronskim upravljanjem. Stalna težnja za povećanjem ekonomičnosti montaže i kvaliteta izvođenih gradnji, te potreba uštede na vremenu, radnoj snazi u industrijskoj proizvodnji i stambenoj izgradnji pri suvremenom razvoju velikih građevno-montažnih strojeva (kranova i slično) uslovile su primjenu sve većih montažnih elemenata. Tvornička je proizvodnja elemenata gotovo posve me-

* Za komparaciju navodimo, da je zapremnina jezera Peruča na Cetini oko 0,5 milijarde m³.



Sl. 1. Površinski vibrator na električni pogon

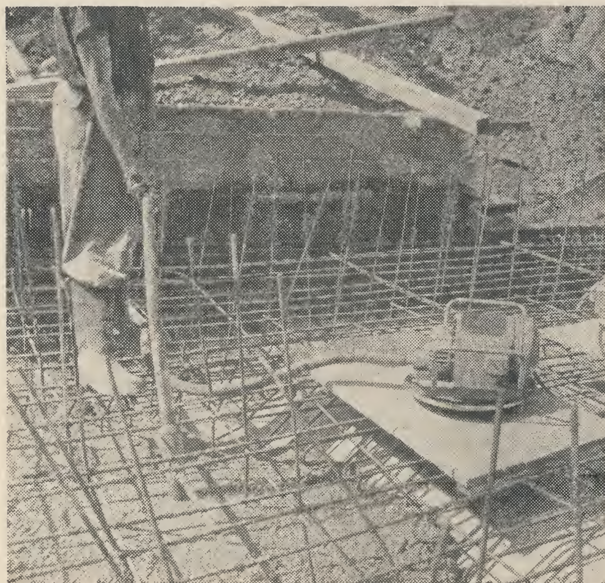


Sl. 3. Benzinski pervibrator

hanizirana, osobito pomoću velikih vibracionih strojeva, a to je od početka njihove proizvodnje malne posedmerostručilo produktivnost rada i srazmjerno snizilo cijenu proizvoda, kao i same gradnje.

Razvijen je cio niz vibracionih proizvodnih strojeva za potrebe industrijsko-proizvodnih pogona za masovnu proizvodnju velikih elemenata. To su različiti tipovi vibracionih strojeva, koji se već proizvode serijski, ili se uvodi njihova proizvodnja. Tu spada i veliki vibracioni stol sa 1600 titraja/min, sastavljen od četiri vibraciona stolca sa zajedničkim sinhroniziranim hodom njihove usmjerene vibracije po cijeloj zajedničkoj vibracionoj ležajnoj površini od 18 m², a cjelokupnom nosivošću od 10 tona, zatim strojevi s vibracionim cijevima za proizvodnju panela za stropove s olakšanim šupljinama, te vibracioni strojevi s površinskom vibracijom pod pritiskom.

Površinski vibratori omogućuju i ambulantnu proizvodnju velikih željeznobetonskih prerađevina, na primjer teških konstrukcionih dijelova pri gradnji mostova i sl. Beton se i u ostalim granama građevinarstva uglavnom ukrućuje pomoću vibratora, i to dubinskih, kojih glava za uronjavanje ima do 12 000 titraja/min. U tu svrhu upotrebljavaju se — prema vrsti radova — strojevi, kod kojih je pogonski elektromotor ili benzinski motor spojen s jednom ili dvije vibracione glave pomoću elastičnog vratila (sl. 2 i 3), zatim strojevi s motorom, ugrađenim u glavu za uronjavanje ili



Sl. 2. Električni pervibrator

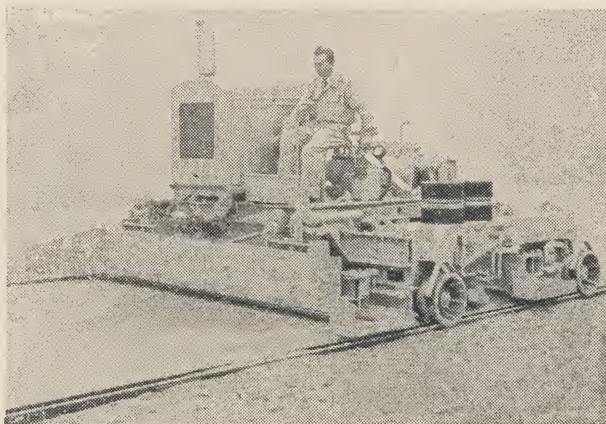


Sl. 4. Valjak za nasip

strojevi s planetskim prevodom unutar glave. Takvi strojevi velike produktivnosti upotrebljavaju se pojedinačno, ili u baterijama s polugom pomoću krana, osobito pri radu s velikim masama, pri gradnji betonskih dolinskih brana. Interesantna je konstrukcija vibracionog vrlo produktivnog teškog stroja za takve radove, koji horizontalnom kružnom vibracijom svoje velike rebraste lopate stvara površinsko titranje i tjera kamen u betonsku smjesu. Njegova primjena je vrlo ekonomična.

Površinska vibracija i odgovarajući strojevi upotrebljavaju se u ČSR i na gradnjama cesta, željeznica i aerodroma, u raznim mašinsko-konstrukcionim sastavima, kao što su vibracioni batovi, nabijači i valjci za zbijanje temelja i podloga nasipa (sl. 4), finišeri (sl. 5) i gladilice za izglađivanje prometnih ploha. Upotrebljavaju se za masovnu proizvodnju željezno-betonskih pragova, i za gradnju i uzdržavanje šljunkastog ležaja na željzničkim prugama.

Vibraciona se tehnika primjenjuje za čitav niz drugih građevinskih radova, kao što su razvrstavanje šljunka i smrvljenog materijala, za vibraciono spuštanje pilota i sonda. Treba spomenuti i serijski izrađene konstrukcije vibracionih transportera, vibratore za racioniranje, te vibracione mlinove za mljevenje građevnih materijala na mikronsku veličinu, kao i cio niz uređaja, koji se temelje na principu ekonomičnog iskorištenja vibracije. Ne zapostavlja se ni primjena vibracione tehnike za obranu građevnih materijala, konstrukcija i građevina od štetnih upliva vibracije.



Sl. 5. Vibracioni finišer za betonske ceste

Povećanje građevne proizvodnje izazvat će razvoj novih mehaničkih i drugih tehničkih procesa. I upravo je zasluga vibracione tehnike u građevinarstvu, što daje podstrek novim težnjama i naporima za usavršenjem.

Iz inozemnih časopisa

STAMBENI PROBLEM I UVOĐENJE INDUSTRIJSKIH METODA U GRAĐEVINARSTVO U FRANCUSKOJ

(Le Génie Civil, Pariz, mart 1958.)

Časopis donosi izvod iz predavanja, koje je početkom 1958. g. kod preuzimanja dužnosti predsjednika Društva civilnih inženjera održao ing. E. Fougea o problemima stambene izgradnje u Francuskoj.

Razlozi za nestašicu stanova u Francuskoj jesu ovi:

— Od 1914. g. dalje bilo je građenje stanova nedovoljno; u 1954. g. bilo je 3 400 000 stanova prenaseljeno. Prosječna starost zgrada u gradu iznosi 63 godine, a na selu preko 100 godina. Da bi se nadoknadio taj zaostatak, trebalo bi graditi 120 000 stanova godišnje.

— Stanovništvo se povećava za 300 000 duša godišnje. Računa se da će porast u idućih nekoliko godina biti nešto manji, ali da će se od 1965. g. dalje opet povećavati. Porast stanovništva zahtijeva 75 000 novih stanova godišnje.

— U vezi s migracijom stanovništva sa sela u grad treba graditi 10 000 novih stanova na godinu.

— Treba obnavljati postojeći stambeni fond, koji je vrlo zapušten, jer vlasnici nemaju sredstava za održavanje. Sada u Francuskoj ima 13 400 000 stanova. Da bi se oni za 100 god. obnovili, treba godišnje graditi 130 000 stanova.

U svemu bi trebalo kroz najmanje 30 godina graditi 340 000 stanova godišnje. Stvarno je izgrađeno u 1954. g. 162 000 stanova, u 1955. g. 210 000 stanova, a u 1956. g. 237 000 stanova.

Jednom anketom je utvrđeno, da bi više od 3 milijuna porodica, koje su sada loše smještene željelo preseliti u bolje stanove i bilo voljno plaćati godišnju najamninu od 250 milijardi franaka umjesto 90 milijardi, koliko sada plaćaju. Današnja kriza stanova odvraća prema tome najmanje 150 milijardi franaka za utrošak u druge svrhe (većinom manje potrebne). Na taj način prosperiraju drugi sektori na račun građevinarstva.

Glavna zapreka za građenje 340 000 stanova na godinu financijskog je karaktera. Uz prosječnu cijenu od oko 2,5 milijuna franaka po stanu trebalo bi godišnje investirati 850 milijardi franaka. To ustvari nije suviše velika svota, ako se usporedi sa godišnjim dohotkom Francuske od oko 16 000 do 18 000 milijardi franaka (mnoge zemlje, među njima i SAD, troše 5% od svog nacionalnog dohotka na gradnju stanova). Prema mišljenju predavača potrebna sredstva bi se mogla osigurati, ako bi se postepeno povećale stanarine do ekonomske visine, ako bi se emitirao zajam za stambenu izgradnju i izdale obveznice, koje bi upisivačima osiguravale prednost kod dodjele novih stanova i najzad, ako bi se prihodi namijenjeni za stambenu izgradnju oslobodili dopunskih poreza.

Što se tiče veličine stana, predavač je mišljenja, da bi u prvom redu trebalo graditi stanove sa 4 sobe, namijenjene porodicama sa više djece.

Izbor tipova izgradnje ovisan je o konkretnim uslovima i raspoloživim sredstvima. Najskuplje je građenje slobodno stojećih individualnih zgrada. Prednost građenja niskih zgrada u nizu, sa predvrtovima, jest u tom, da se one mogu izvoditi i režijski. Najekonomičniji su stanovi u zgradama sa 3 ili 4 sprata, smještenima posred zelenih površina, dok su zgrade sa još većim brojem spratova skupe u građenju i eksploataciji.

U vezi s porastom stambene izgradnje od važnosti je pitanje kapaciteta građevinske operative. U Francuskoj se sve teže osjeća nedostatak građevinskih radnika. Građevinski posao je težak, prljav, a radnici su izloženi nevremenu. Zato omladina odlazi u druge za-

nate; usprkos naporima zanatskih škola građevinske struke i imigraciji iz Italije opada broj građevinskih radnika i smanjuje se potencijal građevinske operative, dok bi s obzirom na potrebe trebao da raste. To je jedan razlog više za uvođenje industrijskih metoda u građevinarstvu.

Industrijaliziranje građenja implicira: propisivanje tipova i standarda, serijsku proizvodnju i znanstvenu organizaciju rada.

Protiv tipizacije stanova i građevinskih elemenata dižu se često prigovori u ime umjetnosti. Predavač dokazuje na primjerima ulica Rivoli, Castiglione i t. d., da jednolikost nosi u sebi elemente ljepote. Podsjeća nadalje na iskustvo s masovnom izgradnjom jeftinih stanova u Parizu. Iako su projektantima bile ostavljene slobodne ruke, zgrade mnogo podsjećaju jedna na drugu, a ne bi vrijeđalo ukus ni da su posve slične.

Fabrička izrada građevinskih elemenata primjenjuje se u Francuskoj već blizu 40 godina. U prvo vrijeme su se proizvodili »laki« elementi, koji su se mogli ugrađivati pomoću standardne mehanizacije na tradicionalan način. Sada se zavodi fabrikacija teških elemenata, panoa, zidova i stropova (najčešće od armiranog betona), često s ugrađenom stolarijom i dijelom instalacija, za čiju su montažu potrebne teške dizalice (skupovi sanitarnih i sličnih instalacija predstavljaju pri tom zasebne elemente — elemente drugog reda). Gradilišta postaju mjesto, gdje se vrši samo montaža, i to s minimalnim brojem radnika i bez skela. Kod tog načina građenja od primarne je važnosti preciznost izvedbe — tolerancije više ne smiju biti zidarske, već se moraju približiti strojarskim. U protivnom slučaju popravci, prilagođivanje i dotjerivanje smanjuju ekonomičnost. Na širem području Pariza u pogonu je deset fabrika građevinskih elemenata, koje proizvode godišnje više od 10 000 stanova. Daljnje fabrike su u projektiranju.

Za uspjeh fabričke proizvodnje neophodna je metodska organizacija rada. Nužni su detaljni vremenski planovi za pojedine faze proizvodnje, a postavljene rokove treba rigorozno održavati. Pristupni putevi i temelji zgrada treba sa sigurnošću da budu dovršeni prije početka montaže, da se ne bi remetio plan fabričke proizvodnje. Plan rada u fabrici treba da bude do potankosti razrađen, da bi se osiguralo puno iskorištenje strojeva i ekipa. Plan transporta treba utvrditi za svaku pojedinu vožnju, vodeći računa o tom, da s nijednim komadom ne treba rukovati dvaput.

Predavač se nada da će, zahvaljujući industrijalizaciji građenja, stambena situacija u Francuskoj biti u dosta kratkom roku opet normalna, ista kao 1914. god.

B. P.

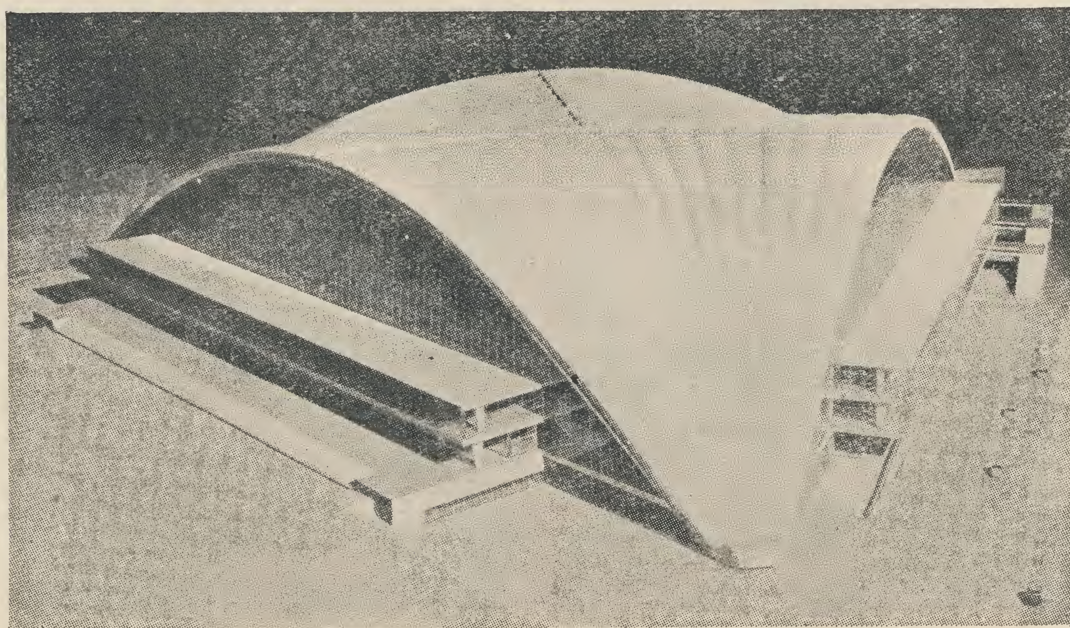
IZLOŽBENA PALAČA NACIONALNOG CENTRA INDUSTRIJE I TEHNIKE U PARIZU

(Le Génie Civil, august 1958. i Travaux, septembar 1958.)

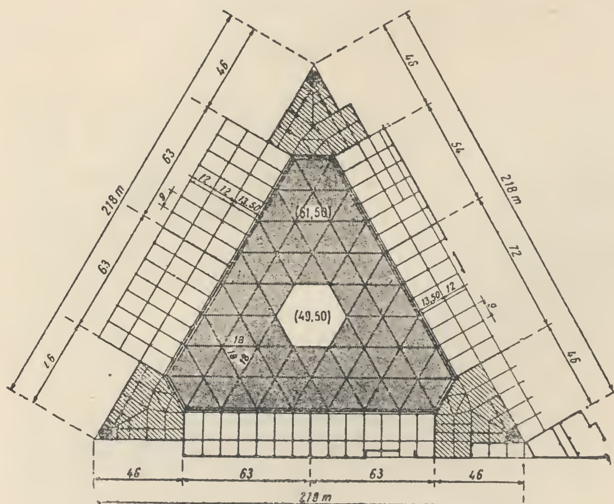
U udaljenosti 3,5 km od zapadnih granica Pariza dovršava se građevina neobičnog oblika i vrlo velikih dimenzija (sl. 1). Ona predstavlja najznačajniji objekt u skupu zgrada, koje će se podići za Nacionalni centar industrije i tehnike. U centru će biti smještene sve kolektivne institucije (tehničke organizacije naučna društva i t. d.), koje mogu da doprinesu razvoju industrije i povećanju produktivnosti. U njemu će se održavati izložbe, sastanci i kongresi. Izložbena palača namijenjena je u prvom redu priređivanju velikih tehničkih izložbi glavnih industrijskih grana Francuske.

Osnovne skice za izložbenu palaču izradili su arhitekti Camelot, de Mailly i Zehrfuss. Građevina je poprimila svoj definitivan oblik poslije opsežnih studija i konzultacija, u kojima su sudjelovali i poznati stručnjaci Freyssinet i Pier Luigi Nervi. Razmatrana je bila konstrukcija svodova od čelika, od čelika i betona i od armiranog betona. Usvojena je treća alternativa (sa konstrukcijom od armiranog betona).

Krov zgrade se sastoji iz tri poluobličasta svoda, koji prodiru jedan u drugog pod kutom od 120°, tako da presjeci kroz svodove okomiti na njihovu os čine tri glavna pročelja. Svodovi se upiru na tri oslonca, smještena u vrhovima istostraničnog trokuta sa stranicom dugom 218 m (sl. 2). Svodovi imaju strelicu 46,3 m. Paralelno sa tri glavna pročelja smještene su zgrade pravokutnog tlocrta sa 4 etaže (prizemlje i 3 sprata) i krovnom terasom, koja također služi za izložbene svrhe. Zgrade su jednim svojim dijelom uvučene pod svodove, a jednim dijelom izlaze iz trokutnog tlocrta zasvođenog krova. Teren je neravan i prilaz iz dviju ulica se nalazi na visini prizemlja tih zgrada (kota 49,50), a prilaz iz jedne ulice na razini drugog sprata (kota 61,50).

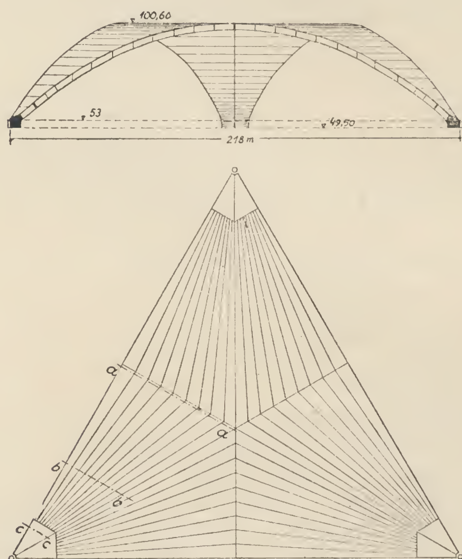


Sl. 1. Maketa izložbene palače



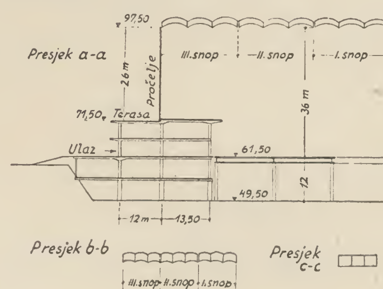
Sl. 2. Tlocrt zgrade

Prema rješenju inž. Esquillon-a, svodovi imaju rebra, koja konvergiraju prema osloncima (sl. 3). Ovo dopušta da se građenje svodova vrši u tri faze, šireći lepezu od sredine prema pročeljima zgrade (sl. 4). Na taj način su skele, koje nose oplatu, 3 puta mogle biti upotrebljene. Da se cijeli svod gradio odjednom, trebalo bi 800 km cijevi Mills, a ovako je bilo dovoljno 280 km cijevi (sl. 6). Svod se sastoji od dvostruke



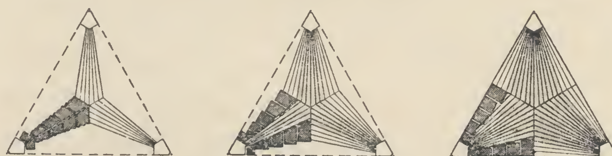
Sl. 3a. Krov — pogled i tlocrt

ljuske, što omogućuje da se mase rasporede na mjesta gdje su naponi najveći i da se osigura velika sigurnost protiv izvijanja. Prostor od 1,80 m između obiju ljusaka je prohodan i služi za smještaj instalacija i vršenje kontrole. Osim toga dvostruka ljuska osigurava i dobru termičku izolaciju. Između donje i gornje ljuske ugrađena su uzdužna i poprečna rebra od montažnih elemenata od prednapregnutog betona (sl. 3 i 5). Poprečna rebra u tjemenu triju svodova viša su nego ostala rebra (sl. 1 i 3a). Ona u tlocrtu sačinjavaju trokraku zvijezdu, koja pridonosi ravnoteži trokutnih snopova, od kojih se sastoji krov. Kišnica s krova slijeva se po jarcima u gornjoj ljusci prema osloncima. Kod pljuskova će voda, koja se slijeva prema jednom osloncu svodova, tvoriti pravi potok sa oko 22 m^3/min. Oslonci svodova su od betonskih blokova visokih 12 m, koji su fundirani na zdravom tlu. Svaki blok preuzima vertikalni teret od 6 000 t, tlak na tlo iznosi 8 kg/cm^2. Horizontalne sile od svodova preuzimaju spone, koje imaju u vertikalnoj ravnini lomljen oblik, da ne bi smetale u prizemlju. Svaka spona preuzima silu od 3 500 t. Vertikalnu reakciju prema gore, koja nastaje na mjestima lomova, preuzimaju kotve, koje su upuštene u vapnenac na dubinu 13 m.



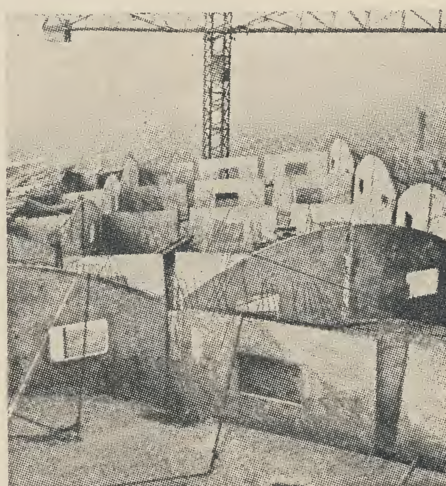
Sl. 3b. Krov — presjeci

Tri glavna pročelja (timpani) posve su ostaklena neokvirenim pločama sekurit stakla (kao na automobilima). Njihova ukupna površina iznosi 10 000 m^2, pa je realizacija staklenih površina ovih dimenzija predstavljala brojne probleme: kako preuzeti horizontalnu silu od vjetra, kako svladati različite deformacije pročelja i svoda (pomici svodova u vertikalnom smjeru dosižu 50 cm), kako omogućiti čišćenje stakala i t. d.



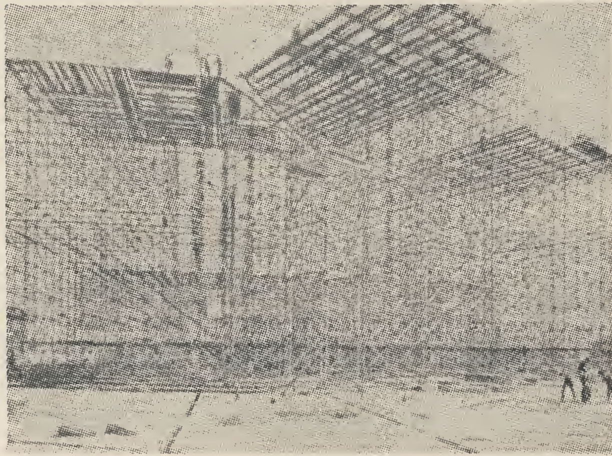
Sl. 4. Tlocrt krova — prikaz napredovanja radova na izgradnji krova u 3 faze

Srednji izložbeni prostor (pod svodom) ima dvije etaže. Donja etaža je na koti 49,50, a gornja na koti 61,50 (slika 2). U sredini gornje etaže postoji šesterokutni otvor sa dužinom stranice 36 m. Međuspratna konstrukcija, čija ukupna površina iznosi 11 020 m^2,



Sl. 5. Prefabricirani dijelovi za svođeni krov

počiva na stupovima, koji su raspoređeni u vrhovima mreže istostraničnih trokuta sa stranicama dugim 18 m (slike 2, 7, 8). Stupovi su visoki 10 m. Promjenljivog su presjeka: u gornjem dijelu kaneliranog, pri dnu okruglog sa promjerom 80 cm. Strop je dvostruk, sa šupljinom visine 1,80 m, koja je prohodna i u koju



Sl. 6. Izrada skele od čeličnih cijevi, koja će nositi oplatu za izradu svodova

su smještene instalacije (svijetlo, grijanje). Gornja ploča stropa računata je na opterećenje od 1000 kg/m^2, a donja na 100 kg/m^2. Glavne stropne grede, koje počivaju na stupovima, raspona su 18 m, visine 2,15 m i širine 0,24 m. U sredini raspona one imaju otvor dug 5.40 i visok 1 m. Betonirane su na licu mjesta, a povezane su gredicama, čija visina u gornjoj ploči iznosi 60 cm, a u donjoj 28 cm. Gredice su dvaju tipova: 12 m duge, koje tvore zvijezdu sa 3 kraka i 6 m duge. Gredice čine trokutnu mrežu sa stranicama 6 m, u koju su smještene prefabricirane ploče. Ploče za gornji pod su 8 cm debele, a za donji 6 cm debele i teže



Sl. 7. Trokutast dvostruk strop — pogled odozgo za vrijeme građenja

4,5 odnosno 3 t po komadu. Ploče su uokvirene tankim rebrom, koje s jedne strane služi kao ukrućenje ploča kod transporta, a s druge strane kao oplata za gredice i gornji i donji dio greda. Oplata srednjeg dijela greda je od azbestcementnih elemenata, koji tvore izgubljenu oplatu. Strop je prednaprezan u smjeru triju stranica trokuta kabelima od 100 t, koji su smješteni u glavne grede, i to dva gore, dva dolje. Kabeli su ravni i nastavljaju se na cijelu dužinu stropa (najduži kabeli su dugački 144 m). Nad srednjim se stupovima, prema tome, ukršta 12 kabela. Napinjanje kabela vršilo se po postupku Boussiron, koji je dopuštao da se napinjanje vrši parcijalno, dakle, strop dovršava postepeno. Bili su predviđeni prsteni za nastavljanje kabela, pa je kod kabela dužine 144 m najprije bio napinjan parcijalno srednji dio dužine 44 m, a postepeno su dodavani i napinjani krajnji dijelovi dužine 50 m; najzad je definitivno napet cijeli kabel. Tako su se potpore stropa od čeličnih cijevi mogle upotrebiti po triput.

Stropovi u uglovima zgrade (na slici broj 2 crtkani manje gusto) u ukupnoj površini od 3000 m^2 izrađeni su na tradicionalni način, betoniranjem na licu mjesta.



Sl. 8. Trokutast dvostruk strop — pogled odozdo

Stropovi u višespratnim zgradama, koje su situirane paralelno sa 3 glavna pročelja, imaju ukupnu površinu 52 000 m^2 i počivaju na cilindričnim stupovima, udaljenima 9 m u smjeru pročelja, a 12 do 13,50 m u okomitom smjeru. Računati su na opterećenje 500 kg/m^2. Stropovi se sastoje od prefabriciranih ploča 9 m dugih, 1,50 m širokih i 6 cm debelih, ukrućenih obrubom visine 0,50 m. Grede su 50 cm široke i 1 m visoke, raspona 12 do 13,50 m. Ploče su povezane sa gredama betonom, ugrađenim na mjestu.

Stupovi koji nose stropove fundirani su na bunarima sistema Benoto promjera 1,40 m, visokim 6 m, koji imaju pri dnu proširenje promjera 2,40 m. Bunari nose teret između 100 i 500 t, tlak na tlo je ispod 11 kg/cm^2.

Veličina objekta se vidi iz ovih nekoliko cifara: 100 000 m^3 zemljanih radova, 40 000 m^3 betona, 2 500 t čelika, 30 000 t prefabriciranih betonskih elemenata. U svemu je bilo potrebno 450 km čeličnih cijevi za izradu skela. Izrađeno je 22 000 m^2 svodova i 67 000 m^2 stropova. Zajedno s prizemljem ukupna površina podova iznosi 96 000 m^2, od čega otpada na izložbene prostorije 67 000 m^2.

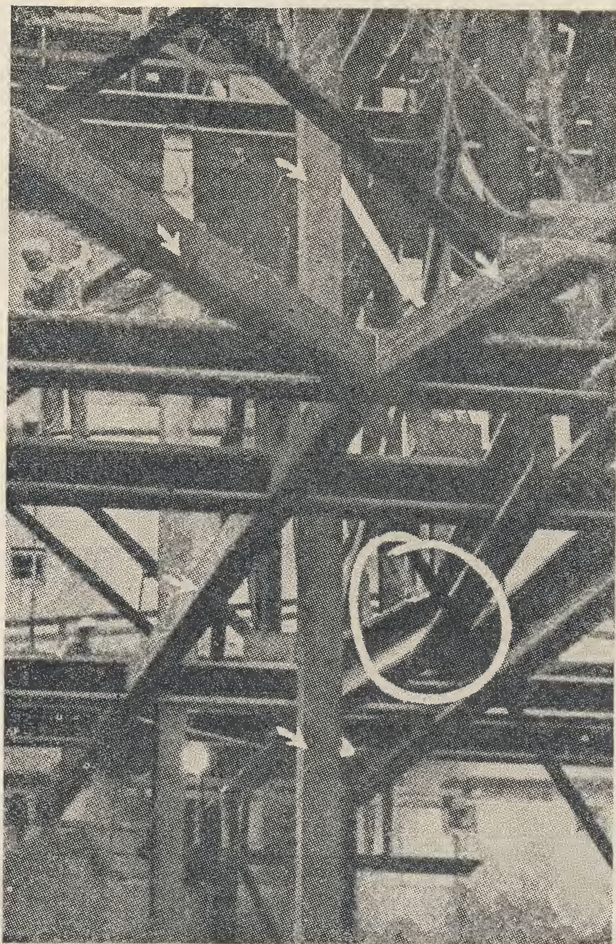
B. P.

IZMJENA GREDE U OPTEREĆENOM PREDNAPREGNUTOM ČELIČNOM OKVIRU

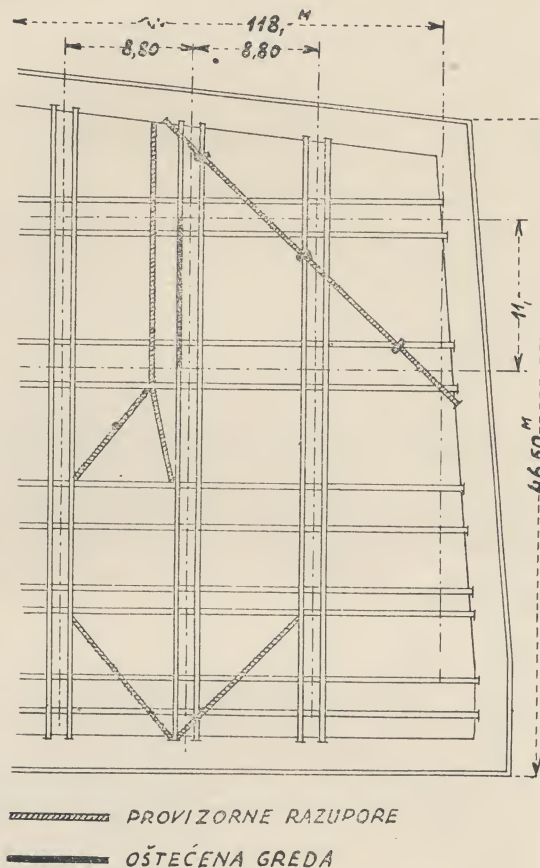
(Engineering News-Record, New York, oktobar 1958.)

Suhi led (ugljični dioksid u krutom stanju) pomogao je da se popravi šteta, koja je nastala, kada se na gradnji jedne banke u New Yorku otkačio kran i survao u dubinu, iskrivivši pri tom za 85 cm iz pravca čeličnu gredu dugu 11 m (sl. 1). Oštećena greda je sastavni dio buduće definitivne okvirne konstrukcije zgrade, i to stropa na koti —15 m, a u prvoj fazi izgradnje ona služi kao prednapregnuta razupora za temeljne zidove.

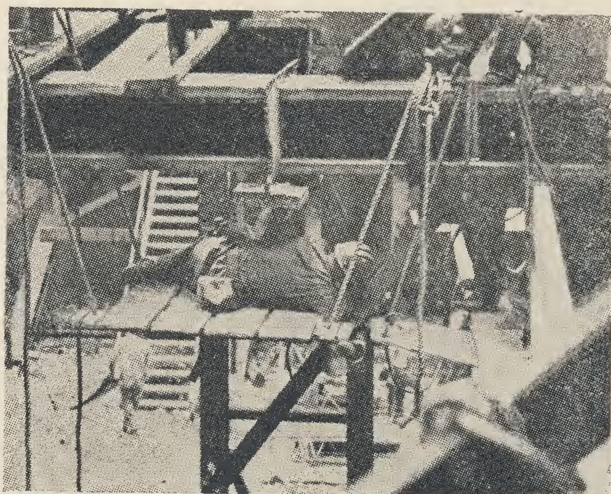
Nezgoda se dogodila noću, kada se upravo dovršavao iskop za peti podzemni sprat (23 m ispod terena). Oštećena greda je I profila visine 60 cm, sa gornjom i donjom lamelom, a kroz nju su prolazile i s njom su bile čvrsto spojene dvije uzdužne horizontalne grede (sl. 2).



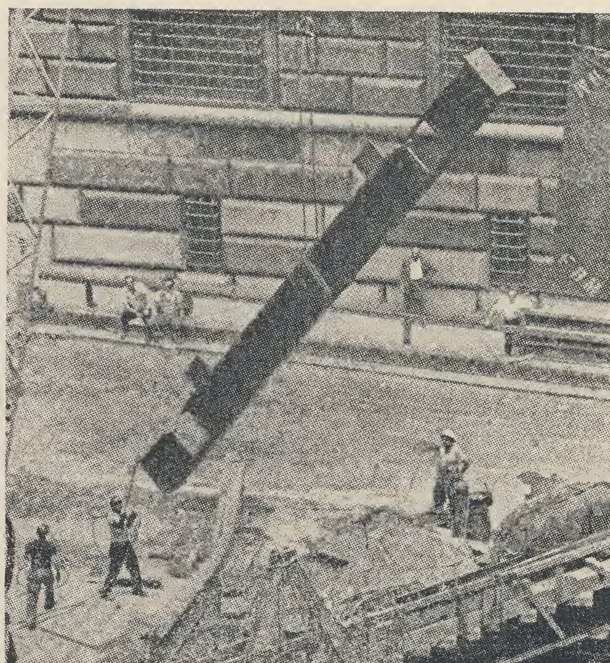
Sl. 1 — Oštećena greda (zaokružena je bijelom linijom), provizorne razupore i izmijenjeni stupovi (označeni su bijelim strelicama)



Sl. 2 — Tlocrt dijela građevne jame



Sl. 3 — Oštećena greda je odstranjena — izuzev dio rebra



Sl. 4 — Nova greda je spremna za ugradnju

Oštećena greda preuzimala je horizontalnu silu od 397 tona, a uzdužne grede, koje su s njom bile čvrsto spojene, preuzimale su horizontalnu silu od 660 tona svaka (sl. 2).

Pored teško oštećene horizontalne grede bilo je oštećeno i nekoliko provizornih čeličnih stupova (vertikalnih potpora).

Zadatak je bio da se izmijeni oštećena greda i optereti i približno istom silom kao ranije, ne dirajući pritom u teško opterećene uzdužne grede koje su bile s njom spojene.

Popravak je izvršen ovim redom:

a. Najprije su oštećeni vertikalni stupovi zamijenjeni novima; zatim je izvršeno provizorno razupiranje u spratu na koti —15 m, da bi se mogla odstraniti oštećena greda (koja je još uvijek preuzimala horizontalnu silu od 45 tona) i cio objekt osigurao za vrijeme dok se vrši popravak (sl. 1 i 2).

b. Oštećena greda je autogenski isječena i odstranjena. Pritom su ostavljeni netaknuti dijelovi rebra i grede na mjestima gdje su kroz nju prolazile uzdužne grede (sl. 3).

c. Izrađena je nova greda za zamjenu oštećene. Na njoj su iskrojena dva otvora, koji su samo nešto malo veći nego isječci rebra spomenuti pod b) (sl. 4). Zatim je nova greda postavljena na svoje mjesto. Rebro nove grede spojeno je sa ostacima rebra stare grede samo privremeno pomoću podvezica (bez zakivanja).

d. Nova greda je obložena suhim ledom, čime joj se dužina smanjila za 6,5 mm. Zabijeni su klinovi na sastavcima nove grede sa neoštećenim gredama u njenom produženju, i najzad je odstranjen suhi led.

Poslije 20 sati greda je poprimila normalnu temperaturu i dužinu, a mjerenjem je utvrđeno da je preuzela horizontalnu silu od 315 tona (samo za 20% manju nego ranije).

B. P.

Iz Društva građevinskih inženjera i tehničara N R Hrvatske

KURS IZ PRAKTIČNE GEOMEHANIKE

Društvo građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske, Podružnica Zagreb, organizira tečaj za stručno usavršavanje svojih članova, temom:

Praktična geomehanika.

Sličan tečaj održan je u veljači 1957. god., samo što će tematika ovog tečaja biti prilagođena potrebi naših stručnjaka na terenu kao i primjedbama kursista gore naznačenog tečaja.

U tečaju će dosljedno biti obrađena tematika primjene geomehanike u dnevnoj građevinskoj praksi, sa svim nužnim terenskim radovima, laboratorijskim analizama te potrebnim proračunima.

Predavači će biti naši najeminentniji stručnjaci sa Tehničkog Fakulteta, Instituta i građevinske prakse.

Predviđa se održanje triju tečaja i to:

I. tečaj od 16. II. — 28. II. 1959.
II. „ „ 2. III. — 14. III. 1959.
III. „ „ 16. III. — 28. III. 1959.

Prijave za tečaj treba poslati na adresu Društva građevinskih inženjera i tehničara NRH, Podružnica Zagreb, Berislavićeva ul. 6/I., soba br. 10, tel. 38-114. Rok prijave je za prvi tečaj do 5. II. o. g., a za ostale tečajeve do 15. II. 1959. god.

Za svakog prijavljenog polaznika treba za troškove tečaja uplatiti na gornju adresu Din 10.000.— na tek. rač. 400-73-3-652.

Troškove boravka, smještaja i prehrane u Zagrebu treba da snose polaznici ili onaj koji ih na tečaj šalje.

Na svakom tečaju bit će oko 20 polaznika, da bi se mogla svladati problematika koja pojedinca interesira.

Tajnik tečaja: Ing. Boris Bonacci

Predsjednik: Ing. Josip Klepac

EKSKURZIJA ZAGREBAČKE PODRUŽNICE DGIT-a U KARLOVAC I OZALJ

Zagrebačka podružnica je ovu godinu započela s jednom vrlo uspjelom ekskurzijom. Već 8. januara organizirala je posjetu nekim karlovačkim i ozaljskim objektima. U dva autobusa krenulo je preko 50 članova Društva u Karlovac. Tu su pregledali tvornicu »Jugoturbinu«. Jedan od inženjera tvornice upoznao ih je sa tamošnjom produkcijom i pokazao im velike hale, koje je izgradilo poduzeće »Tempo« iz Zagreba. Zatim su pošli na gradilište mlina, gdje se upravo vrši fundiranje. Potrebno je da se zabija preko 100 pilota, pa je kao najrentabilnija i najbrža metoda izabrana metoda s »Franki« pilotima. Rukovodioc gradilišta, tehničar Radin, objasnio je sistem rada, a zatim su posjetioci vidjeli zabijanje jednog pilota.

Iz Karlovca pošlo se u Ozalj, gdje je pregledana vapnara, te hidroelektrane Ozalj I i Ozalj II. Interesantna je bila usporedba između centrale Ozalj II, koja se upravo sada završava, i centrale Ozalj I, koja je 1907. godine dovršena po projektima našeg poznatog stručnjaka prof. V. Riesznera.

Na kraju je ekskurzija završila u najboljem drugarskom raspoloženju u starom dvorcu u Ozlju.

Bibliografija

IZGRADNJA, god. XII, br. 9-10, 1958, Beograd: Petković: Produktivnost rada u građevinarstvu. — Zarić: Visoki čelični stupovi dalekovoda pod opterećenjem — Ferenšćak: Drozga visokih peći u građevinarstvu. — Radonić: Injekciono-kontrolna galerija i injektiranje na brani Mavrovo. — Lancoš: Građenje ilovačom. — Đorđević: Jedan značajan kongres i savjetovanje.

NAŠE GRAĐE7VINARSTVO, god. XII, br. 1, januar 1959, Beograd: Savetovanje o materijalima i konstrukcijama u stanbenoj izgradnji i problemima čelika za noseće konstrukcije. — Maksimović: Materijali i konstrukcije u stanbenoj izgradnji. — Pajević: Laki ćelijasti beton — savremeni građevinski materijal. — Miovčić: Dimenzioniranje drvenih greda pravougaonog preseka opterećenih jednako podeljenim opterećenjem. — Društvene vesti.

GRADBENI VESTNIK — god. IX, br. 55—57, 1957/58, Ljubljana: Pečar: Osnovni koncept izgradnje »Tomosa«. — Maleiner: O tehnološki zasnovi »Tomosa«. — Gregorič: Projektiranje tovarne motorjev »Tomos«. — Smrekar: Konstrukcija in temeljenje glavnega obratnega poslopja tovarne »Tomos«. — Žirovnik: Gradbena dela na glavnem obratnem poslopju tovarne »Tomos«. — Kramarič: Gradnja severne obale v Kopru. — Rainer: Stanovanjsko oprašanje v Slovenskem Primorju. — Bajželj: Železniška povezava Kopra z zaledjem. — Tratnik: Oskrba z vodo v obalnem pasu koprskega okraja. — Melioracije na Koprskem. — Strnad: Moderni koprske ceste 2-309 na odseku Senožeče—Rižana.

